



Universitat
Autònoma
de Barcelona



**(5593-1) ESTUDI DE VIABILITAT PER LA REMODELACIÓ DEL SISTEMA DE
TRACTAMENT D'EQUIPATGES DE L'AEROPORT DE LJUBLJANA**

Memòria del Treball Fi de Grau Gestió
Aeronàutica realitzat per:

Marcel Hidalgo Sabatés

i dirigit per:

Romualdo Moreno

Sabadell, a 11 de Juliol de 2013

El sotasignat, Romualdo Moreno

Professor/a de l'Escola d'Enginyeria de la UAB,

CERTIFICA:

Que el treball a què correspon aquesta memòria ha estat realitzat sota la seva direcció per en Romualdo Moreno.

I per tal que consti firma la present.

Signat:



Sabadell, 11 de Juliol de 2013



FULL DE RESUM – TREBALL FI DE GRAU DE L'ESCOLA D'ENGINYERIA

Títol del projecte: Remodelació del STE (sistema de tractament d'equipatges) de l'aeroport de Ljubljana

Autor: Marcel Hidalgo Sabatés

Data: Juny del 2013

Tutor: Romualdo Moreno

Titulació: Grau en Gestió Aeronàutica

Paraules clau:

- **Català:** Viabilitat, Remodelació, STE (Sistema de Tractament d'Equipatges), aeroport, Ljubljana
- **Castellà:** Viabilidad, Remodelación, STE (Sistema de Tratamiento de Equipajes), aeropuerto, Ljubljana
- **Anglès:** Viability, Remodeling, BHS (Baggage Handling System), airport, Ljubljana

Resum del projecte:

- **Català:** Aquest treball presenta l'estudi de viabilitat d'un projecte de remodelació del sistema de tractament d'equipatges de l'aeroport de Ljubljana. La millora en aquestes instal·lacions es proposa mitjançant l'augment del grau d'automatització del sistema que tracta les maletes actualment, intentant esbrinar així, si aquesta també és una inversió de millora rendible econòmicament per aeroports petits com el Jože Pučnik de la capital d'Eslovènia.
- **Castellà:** Este trabajo presenta el estudio de viabilidad de un proyecto de remodelación del sistema de tratamiento de equipajes del aeropuerto de Ljubljana. La mejora en estas instalaciones se propone mediante el aumento del grado de automatización del sistema que trata las maletas actualmente, intentando averiguar así si esta también es una inversión de mejora rentable económicamente para aeropuertos pequeños como el Jože Pučnik de la capital de Eslovenia .
- **Anglès:** This project presents the feasibility study of a proposed remodeling of the baggage handling system at Ljubljana airport. The improvement in these installations is proposed by increasing the degree of automation of the current system, trying to find out if this is also an economically viable option for small airports like Jože Pucnik of the capital of Slovenia .

AGRAIMENTS

Vull fer constar el meu agraïment a les persones i empreses que m'han ajudat en el desenvolupament del present treball, sense la col·laboració de les quals aquest resultat no hagués estat possible.

Al Sr. Robert Kleinschmidt de la empresa *SRK Baggage Handling Systems GmbH* per la seva orientació en les dades sobre l'actual sistema de tractament d'equipatges existent a l'aeroport de Ljubljana.



Al personal de l'aeroport Jože Pučnik i membres de l'empresa *Aerodrom Ljubljana*: Sra. Monika Jelacic, Sra. Nina Struna i Sr. Lea Jark, per la seva amabilitat i disponibilitat en facilitar-me totes les dades i permetre'm l'entrada a les dependències de l'aeroport.



Per últim, al Sr. Romualdo Moreno, professor de la UAB i tutor d'aquest treball, per la seva implicació i control del seguiment del projecte.

ÍNDEX

Capítol 1

INTRODUCCIÓ	1
1.1 Descripció general del projecte	1
1.2 Objectius	1
1.3 Motivacions	2

Capítol 2

DESCRIPCIÓ FUNCIONAL I FÍSICA D'UN SISTEMA AUTOMATITZAT DE TRACTAMENT D'EQUIPATGES	5
2.1 Què és un SATE?	5
2.2 Quines funcions té?	7
2.3 Quins objectius té?	7
2.4 Quines parts i elements tecnològics el formen?	8

Capítol 3

AEROPORT "Jože Pučnik" DE LJUBLJANA (ESLOVÈNIA).....	13
3.1 Situació geogràfica	13
3.2 Descripció física de les instal·lacions	15
3.3 Descripció organitzativa de la gestió de l'aeroport	18
3.4 Dades evolutives i present de l'aeroport de Ljubljana durant el segle XXI	22
3.5 Expectatives de futur	26

Capítol 4

Descripció del SATE actual de l'aeroport Jože Pučnik	31
4.1 Descripció física i funcional	32
4.2 Grau automatització actual en el sistema de tractament d'equipatges de l'aeroport	42

Capítol 5

ESTUDI DE VIABILITAT	45
5.1 Descripció del problema a resoldre.....	45
5.2 Missió, objectius i requeriments del projecte.	47
5.3 Tecnologies a implementar i nou mètode de funcionament	50
5.4 Planificació tasques del projecte.....	54
5.5 Recursos humans del projecte	57
5.6 Calendari previsible (incloent tasques principals)	64
5.7 Comparació d'alternatives.....	69
5.8 Factors d'incertesa i riscos del projecte	70
5.9 Cost del projecte	72
5.10 Estudi de rendibilitat	75

Capítol 6

CONCLUSIONS	77
6.1 Conclusions del TFG centrat en l'aeroport "Jože Pučnik"	78
6.2 Conclusions generals.....	80
6.3 Conclusions pròpies	82
 BIBLIOGRAFIA.....	 85

Capítol 1

INTRODUCCIÓ

1.1 Descripció general del projecte

El present Treball de Fi de Grau (TFG) pretén aportar les directrius necessàries per poder endegar un projecte de remodelació del SATE (sistema automatitzat de tractament d'equipatges) per l'aeroport de Ljubljana Jože Pučnik (Eslovènia). La remodelació consisteix en augmentar el grau d'automatització del sistema que actualment és bastant bàsic.

Separant el present capítol !d' INTRODUCCIÓ i l'últim amb les CONCLUSIONS, podem dir que aquest treball es dividirà en 4 grans blocs. En el primer s'explica en què consisteix exactament un sistema automatitzat d'equipatges, com funciona, quines parts té, etc. Tot seguit ens endinsarem a l'aeroport de Ljubljana per agafar una visió general de les seves instal·lacions sobre el qual s'ha treballat la construcció del SATE. A continuació en el 4t capítol, explicarem com és el SATE existent actualment en aquest aeroport. Finalment, conegut el tipus de sistema i conegut l'aeroport l'últim apartat del treball abans de les conclusions consisteix en el Estudi de viabilitat del projecte de remodelació del sistema de tractament d'equipatges per un aeroport de petita envergadura com el Jože Pučnik (LJU) de Ljubljana.

1.2 Objectius

Objectius del TFG: Una de les intencions que té aquest treball és donar a conèixer aquest tipus de sistemes (SATE) que fa uns anys eren desconeguts i que, poc a poc i en la mesura de lo

possible, els aeroports van integrant cada vegada més en les seves instal·lacions. En segon lloc, donar a conèixer també la situació actual de l'aeroport de Ljubljana i les seves característiques, ja que és l'escenari escollit per tirar endavant el projecte de construcció del SATE. Per últim, i com a més destacat, aquest projecte persegueix l'objectiu de demostrar com de rendible seria el projecte de remodelació del SATE existent, mitjançant l'estimació dels costos d'inversió i la comparació d'aquests amb els beneficis que aportaria. Podent-ne extreure així conclusions vàlides per a aeroports amb situacions similars.

Objectius personals: A curt termini l'objectiu principal que aquest treball m'ajudarà a assolir és el de posar en pràctica molts dels coneixements i habilitats adquirits durant els quatre cursos del Grau en Gestió Aeronàutica. Especialment en assignatures com: Gestió de projectes, Disseny gràfic per ordinador, Operacions aeroportuàries, Operacions d'aerolínes, Dret aeronàutic, etc.

A llarg termini no hi ha un objectiu clarament fixat. Simplement vull expressar la meua intenció de fer el projecte tant adequada i acuradament com sigui possible per tal d'intentar portar i presentar la idea al aeroport que dona nom al projecte i que m'ha facilitat gran part de la informació utilitzada per elaborar el treball. A part, el fet d'haver estat treballant amb la col·laboració de varies empreses per a l'elaboració del treball m'obria les portes a una possible contractació com a empleat, ja que ambdues organitzacions em van sol·licitar el currículum i es van interessar molt per aquesta carrera poc coneguda arreu d'Europa.

1.3 Motivacions

Les raons per les quals vaig escollir presentar aquesta proposta de projecte per al Treball de Fi de Grau van ser dues. La primera cosa que més em va motivar va ser la quantitat de coneixements adquirits en diferents assignatures de la carrera que podria arribar a posar en pràctica. Coneixements i habilitats extretes de les matèries abans esmentades impartides durant els quatre anys de carrera, m'han sigut molt útils per desenvolupar aquest treball.

En segon lloc, i com a motivació menys evident i més personal, ha estat la meua experiència

com a usuari del aeroport de Ljubljana. La Universitat Autònoma de Barcelona em va brindar l'oportunitat de poder realitzar el primer semestre del curs en que estic matriculat actualment, l'últim any del grau, a Eslovènia. Mitjançant el programa ERASMUS, *European Community Action Scheme for the Mobility of University Students* (Pla d'Acció de la Comunitat Europea para la Mobilitat d'Estudiants Universitaris), vaig viure i estudiar durant 6 mesos a Ljubljana. Durant aquests mesos, vaig haver d'utilitzar l'aeroport Jože Pučnik, aeroport principal de la capital del país, com a aeroport d'origen i destí dels meus viatges cap a Barcelona en un parell d'ocasions. Va ser al utilitzar ambdós aeroports, el de Ljubljana - Brnik i el de Barcelona – El Prat, quan se'm va passar pel cap la idea de començar a indagar sobre quines diferències hi hauria entre el sistema de tractament d'equipatges d'un aeroport petit com el de Ljubljana, en comparació al SATE que ja sabia que hi havia instal·lat a la Terminal 1 de l'Aeroport de Barcelona.

ESTUDI DE VIABILITAT PER LA REMODELACIÓ DEL SISTEMA DE TRACTAMENT D'EQUIPATGES DE L'AEROPORT DE LJUBLJANA

Capítol 1 - Introducció

Marcel Hidalgo Sabatés

Capítol 2

DESCRIPCIÓ FUNCIONAL I FÍSICA D'UN SISTEMA AUTOMATITZAT DE TRACTAMENT D'EQUIPATGES

Encara que la part més coneguda dels aeroports és la del tractament de passatgers (mostradors de facturació, portes d'embarcament, controls de seguretat, botigues *duty free*, etc), cada cop es dóna més importància al tractament d'equipatges. En aquest primer bloc del treball s'explica detalladament en què consisteix un sistema automatitzat de tractament d'equipatges, un dels fonaments necessaris per entendre bé els objectius i l'abast d'aquest. “Què és?”, “Com funciona?”, “Quines parts el formen?”, són preguntes que resoldrem en aquest apartat i que ajudaran a tenir una visió més genèrica del propòsit d'implementar un SATE a Ljubljana.

2.1 Què és un SATE?

Les sigles SATE es refereixen a Sistema Automatitzat de Tractament d'Equipatges. Com molt bé defineix el Diccionari de l'Institut dels Estudis Catalans¹ i ², entenem per **automatitzat** qualsevol sistema que transfereix varies tasques de producció que normalment feien persones humanes, a un conjunt d'elements tecnològics. De totes maneres, per comprendre l'essència del tipus d'infraestructura que tractarem, primer cal definir el que tenen en comú tots els sistemes de tractament d'equipatges, siguin automatitzats o no.

¹ **AUTOMATITZAR:** Fer automàtic, convertir en automàtic.

² **AUTOMÀTIC-A:** Que funciona mecànicament sense ésser dirigit per la mà de l'home. Ciència dels sistemes automàtics.

Un BHS (sigles de *Baggage Handling System*, traducció anglesa) és un tipus de sistema instal·lat als aeroports, que transporta l'equipatge facturat dels taulells de facturació a les àrees on les bosses es poden carregar en els avions. La funció principal d'un BHS és el transport, que inclou també la tasca de classificació (procés pel qual s'identifica una bossa i la informació associada amb ell, per prendre una decisió de on ha de ser dirigida la bossa dins del sistema).

Com bé indica el títol del present TFG, en el nostre cas parlem d'un ABHS (*Automated Baggage Handling System*), SATE en castellà, i això vol dir que les tasques descrites en el paràgraf anterior les duen a terme elements tecnològics. Aquests elements estan basats en una tecnologia de tractament d'equipatges en safates individuals i del seu seguiment per mitjà de codis de barres, la qual cosa garanteix la seva classificació en hora i el seu correcte embarcament en els cellers de les aeronaus. Aquest sistema permet la inspecció del 100% de l'equipatge facturat a través de quilòmetres de cintes transportadores. De manera resumida, podríem dir que el SATE s'encarrega que les maletes arribin sempre al seu lloc de destí (a on viatgin el seus propietaris), facin les connexions necessàries i que la sincronització entre cada passatger i la seva maleta sigui perfecta, tot això de manera automàtica sense necessitat de manipulació manual.

Cal remarcar però, que encara que no tots els aeroports poden gaudir dels avantatges que proporciona un SATE, això no implica que aquells que no disposin d'aquest tipus de sistemes treballin tot el procés de tractament de maletes mitjançant la mà d'obra humana. Tot aeroport internacional gaudeix d'automatització en els seus processos de tractaments d'equipatges, el que diferencia els aeroports importants dels aeroports secundaris és senzillament el grau o nivell d'automatització. Independentment d'aquests graus, en qualsevol sistema de tractament d'equipatges s'han d'incorporar una sèrie de processos i funcions estàndard. Per exemple, a nivell mundial, les autoritats exigeixen l'existència d'un taulell de facturació, una àrea de formació per als vols i un sistema d'inspecció d'equipatges en diversos nivells. Com més elevat sigui el nombre de tasques del procés dutes a terme per màquines, més alt direm que és el grau d'automatització. Així doncs, per donar una definició final i clara al terme, podríem dir que entendrem per SATE aquell sistema que automatitza totes les tasques que formen el procés de transport i inspecció d'equipatges i on l'única intervenció humana és la dels empleats que es troben a la sala de control amb el software de seguiment i control.

2.2 Quines funcions té?

El procés del qual es fa càrrec un SATE és llarg i complex. Des del moment en que a la bossa es deixa a la cinta transportadora en el mostrador de facturació, passant per la transportadora de recol·lecció, a través de la classificació fins que arriba a l'aeronau i li és designat el carrusel d'equipatge on anirà després del vol, el sistema té control sobre la bossa.

Podem dir per tant, que les funcions principals del SATE es poden resumir en les tres accions de: classificar, transportar i controlar. Ara bé, degut a la complexitat i dimensió del sistema per un costat, i les darreres innovacions tecnològiques dins el sector, per l'altre, en els sistemes SATE d'avui dia aquestes tasques es poden dividir en diverses subtasques i activitats de suport, com per exemple:

- Detecció d'embussos de bosses (tot i que es podria incloure dins la gran tasca de controlar el sistema, s'inclou a part ja que aquest és un problema comú durant l'operació d'un SATE)
- Regulació de volum (per assegurar-se que els punts d'entrada es controlen i així evitar la sobrecàrrega del sistema)
- Balanceig de càrrega (per distribuir uniformement el volum de bosses entre els subsistemes de transport)
- Recompte i seguiment de les bosses (mitjançant càmeres de vídeo situades estratègicament en diferents punts del llarg recorregut que fan els equipatges, el sistema és capaç de comptar i fer el seguiment del flux de maletes en cada punt i vigilar cada safata durant tot el seu procés.)
- Redireccionament de les bosses a través de polsador o desviador (per orientar o corregir el rumb d'un equipatge en un pla horitzontal en la direcció òptima cap a una destinació, siguin quins siguin els requisits o restriccions del SATE en qüestió).

2.3 Quins objectius té?

Sabent quines són les funcions que se li exigeixen a un SATE, en aquest punt tractarem quins són els objectius que exigeixen que aquestes tres tasques es duguin a terme correctament.

A l'aeroport, en haver-hi un nombre tan elevat de maletes, es pot produir una pèrdua d'eficiència mesurada en termes de temps i de la distància que han de recórrer les maletes ja que, fins al moment, era necessari que existís una connexió directa de cintes des del taulell de facturació fins al punt en què els equipatges es carreguen a l'aeronau. D'altra banda, la manca de seguiment sobre les maletes i la seva dificultat de gestió impliquen un elevat nombre de pèrdues d'equipatges i quan hi ha un sistema poc automatitzat es requereix d'un nombre elevat de plantilla de personal. Tot això deriva en un augment molt significatiu dels costos.

En conseqüència, un dels objectius bàsics del desenvolupament d'un SATE és, per tant, resoldre el problema de la baixa, o poc optimitzada, eficiència del procés general de gestió d'equipatges a la terminal de l'aeroport, que implica una reducció del control i seguretat dels equipatges i uns costos excessivament elevats. D'altra banda, la implementació del sistema SATE (Sistema Automatitzat de Tractament d'Equipatges) permet resoldre el problema que suposa tenir una infraestructura estàtica ja que, fins al moment, no ha estat possible transportar de forma automatitzada l'equipatge des de qualsevol taulell de facturació del aeroport a qualsevol moll de càrrega, cosa que fa que l'aeroport tingui serioses dificultats per adaptar-se als canvis operatius a temps real.

2.4 Quines parts i elements tecnològics el formen?

Taulell de facturació: El taulell de Check-in i el transportador de facturació d'equipatges són els pocs punts d'interacció entre passatgers i sistemes de tractament d'equipatge i juguen un paper important en la integració. Per això es necessiten sistemes de facturació que s'integren en sistemes d'informació de línies aèries i aeroports, i estan especialment adaptats a satisfer les exigències especials dels diferents aeroports.

Precisament perquè és un dels únics punts de contacte entre el passatger i el sistema de tractament d'equipatge, el disseny i la integració del taulell de facturació i dels transportadors de facturació d'equipatges són molt importants. En el disseny de la zona del check-in també es té en compte que és alhora lloc de treball dels empleats de la companyia aèria i, per tant, s'ha de dissenyar de forma ergonòmica, per tal de racionalitzar el procés de tractament i facturació, de minimitzar els temps

d'espera del passatger i de millorar l'eficiència, la velocitat i la precisió del procés de facturació.

La unitat RFID (*Radio-Frequency Identification*)³ integrada al taulell s'encarrega, entre d'altres coses, que hi hagi menys peces d'equipatge que es quedin sense retirar i que hi hagi menys costos ocasionats per intervencions manuals. A més, ofereix una millor supervisió del seguiment d'equipatge, una transmissió millorada de les taxes de lectura així com unes taxes de lectura considerablement més altes.

Sistema de transport i classificació d'equipatges: Els sistemes de transport d'equipatge inclouen els kilòmetres de cintes transportadores que s'usen per reunir, acumular i transportar l'equipatge. La dimensió i complexitat d'aquest subsistema del SATE depèn molt de la dimensió de l'aeroport, és per això que ja es conceben pensant en el rendiment, la vida útil i la fiabilitat, a fi de complir les exigències d'aeroports de qualsevol mida.

Hi ha diverses maneres de millorar el transport en cinta transportadora amb una classificació automàtica. Una d'elles consisteix a empènyer les maletes amb braços mecànics cap a tobogans d'acumulació. Una altra manera, que és la que prendrem en consideració per aquest treball, està basada en safates que transporten en el seu interior l'equipatge. L'eficiència d'aquests dos sistemes de classificació automàtics rau en la gestió informàtica de tot el procés de classificació, la qual cosa obliga a assignar una etiqueta a cada maleta que es llegirà per procediments òptics o d'altres de lectura ràpida. És aquí on entra en acció la unitat RFID comentada en el punt anterior dels taulells de facturació.

Magatzems temporals d'equipatges: Una maleta també pot haver d'esperar un parell d'hores abans de marxar cap al seu pròxim destí, i que la cinta transportadora o DVC per a aquest vol en particular no pugui ser oberta encara. En aquests casos l'equipatge no viatja a través del sistema innecessàriament abans d'hora, sinó que s'emmagatzema temporalment en el '*buffer*'. Els amortidors són "carrils d'equipatge" que es col·loquen per sobre de la classificadora principal i les cintes transportadores annexes, i allà hi trobem dos tipus d'emmagatzematge. El primer és un emmagatzematge en funció del temps, que emmagatzema múltiples equipatges per a vols que tenen

³ **RFID:** Identificació per Ràdio Freqüència o RFID (de l'anglès *Radio Frequency Identification*) mitjançant targetes identificadores sense contacte amb el sistema de lectura. Les aplicacions més comunes són com a substitució dels codis de barres en els productes i en les targetes magnètiques.

la mateixa hora de sortida. El segon sistema emmagatzema tot l'equipatge per a un vol determinat.

Sistemes de revisió de equipatges (HBBS) i de màquines de raigs X: La completa integració entre el sistema de transport de Tractament d'Equipatges i la màquina de raigs X és la clau de volt d'una línia HBSS amb èxit. La màquina de raigs X té el coneixement de l'estat de seguretat d'una bossa, mentre que l'equipatge es manté a la cinta transportadora de la màquina de raigs-X. Una vegada que la bossa surt de la cinta de la màquina de raigs X, la correlació entre la identitat i l'estat de la bossa es trenca, de manera que aquesta relació ha de ser presa per la gestió d'equipatges en els controls del sistema. Això és essencial en la prestació d'un procés en línia automatitzat que permeti dur a terme la detecció de problemes sense aturar el flux de bossa.

Per tant, les instal·lacions HBSS requereixen la combinació de la tecnologia de raigs X, disseny mecànic i un sistema de control integrat. Perquè el sistema funcioni eficaçment, els tres elements han d'estar dissenyats per treballar com una sola entitat. De manera habitual, s'utilitza el *Five Level Screening Process*; procés de seguretat basat en cinc nivells que solen utilitzar les indústries del sector:

- Nivell 1: Avaluació automàtica de la imatge de raigs X en la màquina de raigs-X.
- Nivell 2: Anàlisi de la imatge de l'operador Nivell 1 en una estació de treball, dut a terme mentre la bossa segueix en trànsit.
- Nivell 3: Una anàlisi més a fons de la imatge de l'original de Nivell 1 en una estació de treball independent (s) o sotmetent la bossa a un procés de raigs X independent, usant una tecnologia de raigs X diferent.
- Nivell 4: Tornar a unir el passatger amb la seva bossa i dur a terme una inspecció manual.
- Nivell 5: En el cas que el passatger no es pugui trobar, a continuació, el paquet es considera una amenaça de bomba i es tracta en conseqüència.

Subsistemes de gestió del sistema de tractament d'equipatges (BMS, *Baggage Management System*): Les computadores i el software que controlen tots els subsistemes explicats anteriorment són la peça fonamental de tot el SATE. És a través d'aquest subsistema que podem tenir un control exhaustiu tan a gran escala, amb un control exhaustiu de la totalitat del SATE, com a petita escala si volguéssim fer el seguiment d'una maleta en particular.

Per a l'èxit d'un sistema de tractament d'equipatge és vital que el programari de gestió i control integri de manera eficaç tots els sistemes de classificació i transport del sistema i que ofereixi una interfície d'usuari intuïtiva.

Capítol 3

AEROPORT "Jože Pučnik" DE LJUBLJANA (ESLOVÈNIA)

Ara que ja coneixem en què consisteix el tipus de sistema al que fa referència aquest projecte d'implementació d'un SATE, anem a parlar sobre les instal·lacions sobre les quals aquest projecte pretén incorporar aquesta nova tecnologia pel tractament d'equipatges, l'aeroport Jože Pučnik de Ljubljana (Brnik), Eslovènia.

En aquest bloc del treball es dona una visió general de l'aeroport de Ljubljana. Òbviament abans d'endegar qualsevol projecte de construcció en un lloc determinat, cal conèixer al cent per cent l'emplaçament on es desenvoluparà l'obra. És aquest el motiu pel qual a continuació veurem com és aquest aeroport, tant per dintre com per fora, quins edificis i instal·lacions el formen, en quin grau d'automatització es troba actualment el seu sistema de tractament d'equipatges, qui o quines empreses s'encarreguen de la seva organització, quina afluència de clients té actualment, quina ha estat la seva evolució durant els darrers anys i quins plans de futur i creixement té, entre d'altres coses.

3.1 Situació geogràfica

Abans de començar amb la descripció del aeroport Jože Pučnik en sí (també conegut pel seu antic nom: Aeroport de Brnik i amb codi IATA **LJU**), fora bo saber-lo situar en el mapa. Per explicar exactament on es situa aquesta base aèria internacional, primer cal saber on es troba Eslovènia dins del mapa d'Europa.

Com bé es pot observar en la imatge del mapa d'Europa (Figura 3.1), Eslovènia (pintat en groc) és un país relativament petit (té una extensió de poc més de 20.000 km²) que formava part de l'antiga Iugoslàvia, que ara està dins la Unió Europea, i que té frontera amb Itàlia, Àustria, Hongria i Croàcia.

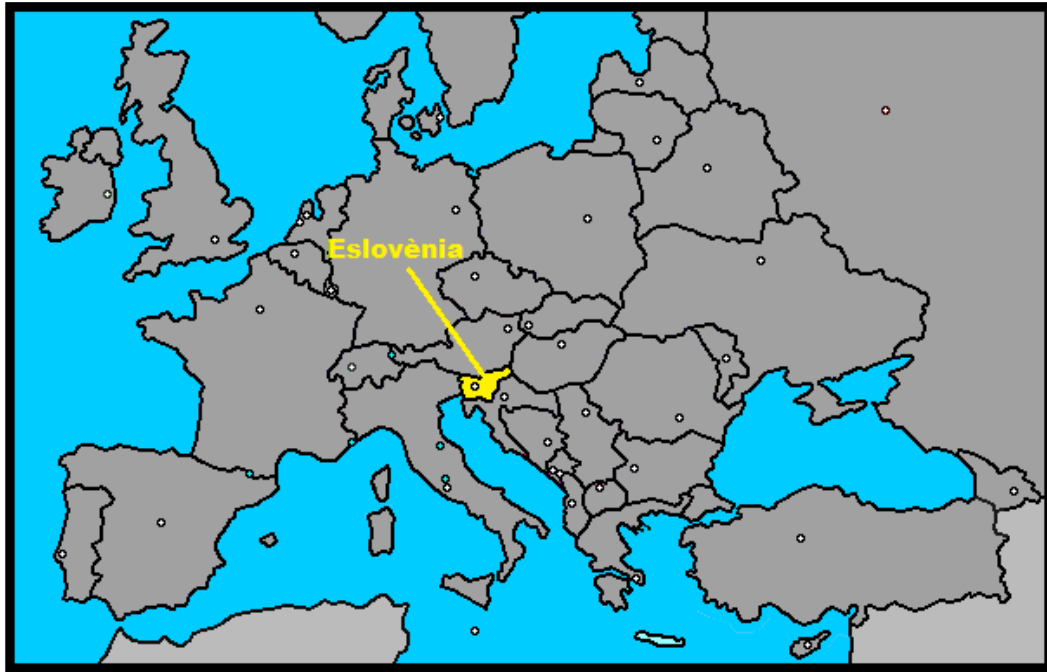


Figura 3.1: Situació geogràfica d'Eslovènia dins Europa

En la Figura 3.2 es mostra Eslovènia. Podem veure la posició de l'aeroport, situat a prop del poble de Brnik, a 24 km al nord-oest de Ljubljana (capital del país) i 9,5 km a l'est de Kranj (ciutat important més propera a l'aeroport).



Figura 3.2: Situació geogràfica de l'aeroport de Ljubljana dins el país

3.2 Descripció física de les instal·lacions

Una bona manera de començar una descripció de l'aeroport on s'instal·laria el SATE és incloent una foto presa des de l'aire en la que es pot veure la totalitat de l'emplaçament. En la imatge que veiem a continuació hem assenyalat els tres edificis principals que formen l'aeroport que són: el pàrking ①, la terminal de passatgers ② i el Centre d'Aviació General ③.



Figura 3.3: Foto presa des de l'aire de les instal·lacions del aeroport

A part d'aquest tres edificis bàsics que trobaríem en tot aeroport internacional, les instal·lacions aeroportuàries que mostra la imatge es completen amb la pista d'aterratge i enlairament, el pàrking de les aeronaus, tant el de la terminal com el del Centre d'Aviació General; els carrils i pistes que uneixen les dos parts citades anteriorment, pàrking i pista, i, per últim, els edificis destinats a les oficines del personal que treballa a l'aeroport, ja sigui de l'empresa que dirigeix l'aeroport *Aerodrom Ljubljana*, o de qualsevol de les altres empreses que puguin operar en les instal·lacions, com poden ser: aerolínies, empreses de lloguer de cotxes, oficines dels comerços *duty free* de la terminal, etc.

A continuació coneixerem amb més detall algunes d'aquestes instal·lacions, ja no només des del punt de vista d'edificis i construccions, sinó també els serveis i prestacions que aquests poden prestar en un moment determinat.

TERMINAL 1: L'edifici de la terminal és un edifici de tres plantes amb un total de 6.100 metres quadrats. A la planta baixa hi trobem:

- 12 mostradors de check-in de les diferents companyies
- 2 controls de passaports per passatgers de la UE
- 2 controls de passaports per passatgers d'altres països
- Àrees de tractament d'equipatges A i B (Veure CAPÍTOL 3)
- 9 Portes d'entrada i àrees pels passatgers d'arribada
- 9 portes d'embarcament (de la 5 a la 13)
- Una sala VIP i una sala de fumadors
- Sala d'objectes perduts
- Restaurant i comerços duty-free

En el primer pis hi ha:

- Els *gates* del 1 al 4
- El control de seguretat d'abans del embarcament
- Un altre restaurant i una altra botiga

Per últim, en el segon pis hi ha merament una terrassa i un bar.

Pistes: La pista principal d'aterratge d'aeronaus a l'aeroport de Ljubljana és la pista 30. La pista té una llargada de 10827 ft. (3300 metres) i es troba a una alçada de 1273 ft. (388 metres). Aquesta pista està preparada perquè les aeronaus hi puguin fer un aterratge instrumental en condicions CAT IIIB⁴. En aquestes condicions els següents serveis d'aproximació estan disponibles: ILS 30 d'aproximació, aproximació VOR / DME 30, enfocament NDB 30. Després d'aterrar, els avions generalment abandonen la pista a través de la pista de rodatge G, i l'accés a la plataforma principal el fan a través de la pista de rodatge N o la pista P. Per l'aviació general la carretera de rodatge F és la que s'utilitza principalment.

La pista d'aterratge 12 està equipada amb un sistema senzill d'il·luminació d'aproximació i es destina principalment a algunes operacions especials sempre i quant estiguin sota VMC (*Visual Meteorological Conditions*)

⁴ **CAT IIIB:** Categoria de condicions de visibilitat en operacions d'aterratge. La categoria CAT IIIB és a la pràctica la màxima permesa, a bans de les condicions de "visibilitat nula".

Aparcaments per a les aeronaus a la terminal: La principal plataforma d'aparcament d'avió del Jože Pučnik Airport té 25 places puntals disposades en dues files. La primera fila (més a prop de la terminal de passatgers) conté els aparcaments des del PSN 1 fins al PSN 15. La segona fila (més a prop de carrer de rodatge A) conté aparcaments des del PSN 31 fins al PSN 40. Per estacionar les aeronaus a l'aparcament de primera fila es fa servir el procediment "*nose-in/push-back*", mentre que per aparcar a les grades de la segona fila les aeronaus han de fer "auto-maniobra" (arribar i sortir de l'aparcament autònomament i pels seus propis mitjans). Per permetre un ús flexible de la plataforma, en relació amb els diferents tipus d'aeronaus i diferents necessitats, el pàrquing també proporciona vehicles "*Follow Me*"; vehicle que està disponible per a proporcionar assistència a una maniobra a la plataforma d'aparcament. (*Veure annexos en el CD*)

Aparcament per a les aeronaus en el Centre d'Aviació General: La plataforma d'aviació general està dirigida a totes les activitats de l'aviació i els avions de categoria *business* efectuades a l'aeroport de Ljubljana, així com al maneig de tots els avions comercials, de negocis i privats amb pes inferior a 44 tones i amb menys de 19 seients. Sis zones d'aparcament estan disponibles a la plataforma. La plataforma d'aviació general també té una àrea separada reservada exclusivament per a operacions d'helicòpters. Tres llocs d'estacionament es reserven per als helicòpters i l'accés a ells és possible a través de la pista de rodatge V, que actualment només es pot utilitzar en condicions VMC durant el dia. En aquesta àeria les aeronaus també disposen de vehicles "*Follow Me*". (*Veure annexos CD*)

3.3 Descripció organitzativa de la gestió de l'aeroport

La intenció d'aquest apartat del capítol és mostrar quina estructura organitzativa té l'empresa que dirigeix l'aeroport. L'empresa que s'encarrega de la meticulosa feina de gestionar avions, persones i equipatges en el Jože Pučnik es diu Aerodrom Ljubljana, que per fer-nos una idea vindria a ser l'AENA eslovena. Dic això perquè desenvolupa les mateixes funcions de gestió que l'empresa que explota la majoria d'aeroports aquí a l'estat espanyol, amb la diferència que a Eslovènia Aerodrom Ljubljana només n'ha de gestionar un. Per agafar una idea general del tipus d'organització que anem a tractar, s'adjunta a continuació l'organigrama de l'empresa.

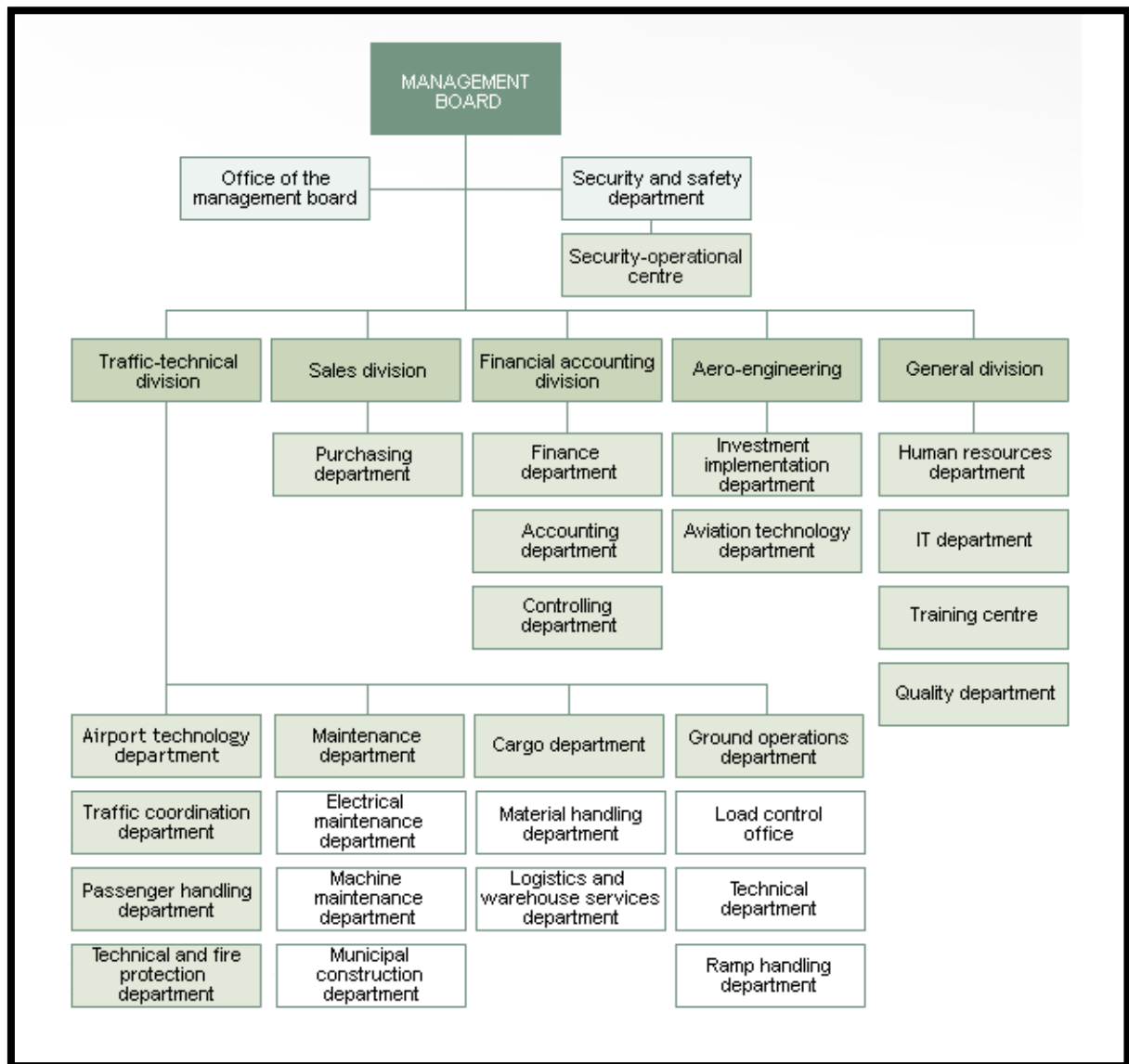


Figura 3.4: Organigrama Aerodrom Ljubljana

Com es pot observar, l'òrgan de màxima responsabilitat i més important és el **Consell d'Administració** (*Management Board*), format pels diferents càrrecs de l'empresa dels diversos àmbits i departaments, amb l'objectiu d'abarcар tots els aspectes empresarials a l'hora de fer les reunions periòdiques que aquests duen a terme. Els càrrecs són: un membre del Consell de Direcció, un assessor en el desenvolupament empresarial, un auditor intern, un especialista en assumptes legals, un economista especialitzat en operacions, un especialista en relacions públiques i un secretari de negocis.

El **Departament de Seguretat i Vigilància** (*Security and Safety Department*) s'encarrega de l'aplicació operativa de les mesures de seguretat a l'aeroport. El servei també és responsable de la seguretat en el treball.

Per entendre bé la funcionalitat del negoci, i per no estendre'ns gaire en l'explicació de segons quins departaments que no realitzen funcions lligades al tractament de maletes, a continuació es resumeixen les funcions de cada divisió, sense entrar en les seves subdivisions.

La **Divisió Tècnica del Trànsit** (*Traffic-technical Division*) realitza tasques de les activitats principals de l'empresa. Dividida en diferents subdivisions, les seves tasques principals són:

- Organitzar els horaris de vol diari i de la coordinació de les activitats diàries en la plataforma de l'aeroport des del centre de comunicacions
- Preparar dades sobre la càrrega i pes dels vols, així com assegurar-se que les aeronaus estan degudament ponderades, i proporcionar instruccions per a la càrrega de l'avió.
- Supervisar l'assistència en terra dels avions de principi a fi.
- Fer els preparatius de vol i supervisar i facilitar el trajecte dels passatgers, des de la seva arribada a la terminal fins a la sortida de l'aeronau (i a la inversa). També proporcionen informació als passatgers en el centre de trucades.
- Inspeccionar la pista i àrea de maniobres, orientar i avions parc amb l'ajuda de vehicles "Follow-Me". Durant l'hivern, també són responsables del servei de *de-icing* dels avions.
- Vetllar per el bon funcionament i la seguretat dels equips amb motor i el manteniment dels mateixos.
- És la divisió responsable de la il·luminació de les zones de maniobra i el funcionament de tots els sistemes elèctrics a l'aeroport i per garantir el subministrament ininterromput d'electricitat.
- Responsable del manteniment dels edificis i la infraestructura municipal, a més de responsables de la neteja d'edificis i els seus voltants, per garantir el funcionament ininterromput de la xarxa de clavegueram i la planta de purificació.
- manipular mercaderies mitjançant els serveis de logística i emmagatzematge.

Les tasques de la **Divisió de Vendes** (*Sales Division*) inclouen màrqueting, vendes i compres. Els empleats d'aquesta divisió són responsables dels ingressos de l'empresa, d'establir els preus dels

serveis i negociar amb les companyies aèries. També inclou el Departament de Compres que és responsable de l'aprovisionament òptim dels béns materials per a les necessitats de l'empresa.

La **Divisió Financera i Comptable** porta a terme un seguiment i anàlisi dels aspectes econòmics de les operacions. Entre les seves tasques principals hi trobem:

- Portar a terme tasques en les àrees de comptes a pagar a proveïdors, comptes per cobrar de clients, serveis de pagament, el maneig dels actius financers, el seguiment del saldo del registre d'accions, el càlcul i el pagament de dividendes i els salaris, i l'anàlisi del treball de l'empleat.
- Planejar fluxos financers sobre una base en curs per a la coordinació racional dels recursos disponibles amb les necessitats operatives de l'empresa.
- És responsable de tots els treballs de comptabilitat, manteniment de llibres fins a la data i la presentació regular d'informes dels resultats operatius de la companyia.
- Establir un sistema d'informes i l'acumulació de dades i d'informació puntual i de qualitat.
- *Predir* els resultats i cooperar amb altres departaments per a l'eliminació de les desviacions i per el control dels objectius.

La **Divisió d'Aero-enginyeria** (*Aero-engineering*) de desenvolupament que inclou el servei de realització d'inversions i serveis de tecnologia de l'aviació. Els empleats d'aquesta divisió estan involucrats essencialment en el desenvolupament de la infraestructura d'*Aerodrom Ljubljana*. També:

- Desenvolupa activitats d'enginyeria a l'aeroport i per als proveïdors de serveis externs.
- Elaboració de documents de solucions, organitza concursos i ressenyes dels projectes licitats.
- Participa en el desenvolupament de la infraestructura aeroportuària i proporciona assessorament en la compra d'equips de tecnologia d'aeroport.

Per últim, la **Direcció General** s'encarrega d'oferir suport organitzatiu expert i eficient a d'altres divisions i serveis. Cobreixen les àrees de recursos humans, àrea de formació, informàtica i gestió de qualitat.

A l'hora de desenvolupar un projecte de gran envergadura, tots els departaments treballen conjuntament per aconseguir un resultat òptim i complet, on cada àrea pugui fer les seves aportacions i aconseguir enfocar-ho així des de tots els punts de vista.

Per elaborar el meu projecte he estat en constant contacte amb tres empleats de l'empresa Aerodrom Ljubljana, la qual es va prestar molt amablement a col·laborar en el desenvolupament del meu treball. Després de conèixer el tipus d'empresa amb la que volia tractar, i d'exposar quina era la meua idea de projecte als membres d' Aerodrom, em van facilitar els correus electrònics de tres empleats de diferents divisions. Aquestes persones han estat el Sr. Lea Jarc Smole, membre de la Direcció General; la Sra. Monika Jelačič de la Divisió Tècnica i la Sra. Nina Struna, de la divisió d'Aero-enginyeria.

3.4 Dades evolutives i present de l'aeroport de Ljubljana durant el segle XXI

L' aeroport Jože Pučnik va ser construït durant els inicis de la dècada dels 60, i hi va aterrar el primer avió el 24 de desembre de 1963. Des d'aleshores aquest aeroport ha estat en constant desenvolupament tant pel que fa a l'aportació de nous elements i noves tecnologies a les instal·lacions, com pel que fa al volum de passatgers. Els següents gràfics mostren aquest creixement continuat des de l'inici del segle XXI fins l'actualitat, i que només es veu interromput per la crisi econòmica actual en la que gairebé tot el continent Europeu es troba immers.

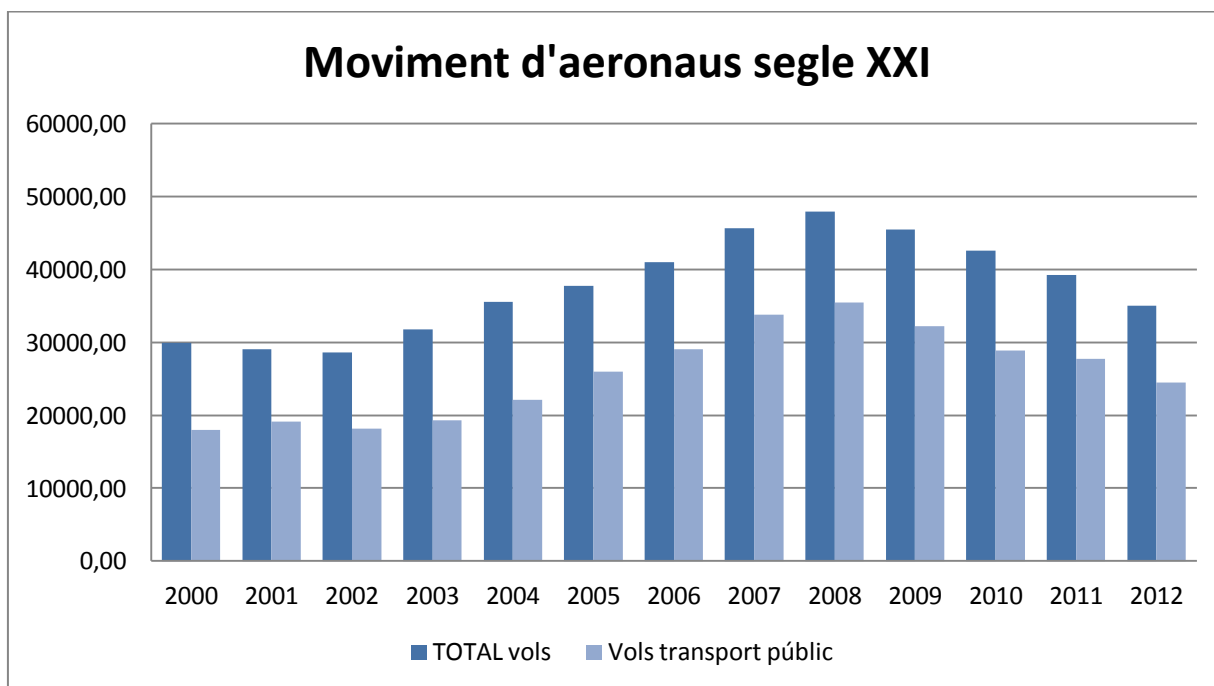


Figura 3.5: Mostra quants vols charter es van efectuar cada any, en comparació amb el total de vols durant aquell període. (Veure annexes capítol 3)

Com es pot observar en aquest gràfic de columnes (Figura 3.5), fins que Eslovènia no es va adherir a la Unió Europea l'any 2004, el total de moviments d'aeronaus de l'aeroport es trobava estancat. Més del 50% dels vols pertanyien al transport públic, mentre que la resta s'atribueixen a l'Aviació General. Amb motiu d'aquesta integració en la Unió Europea, el tràfic aeri va començar a augmentar fins a gairebé doblar el nombre de moviments de les aeronaus l'any 2008. Des d'aleshores fins l'actualitat aquest nombre ha patit una davallada significativa, tot i que segueix sent el transport preferit dels Eslovens per viatjar a la resta d'Europa.

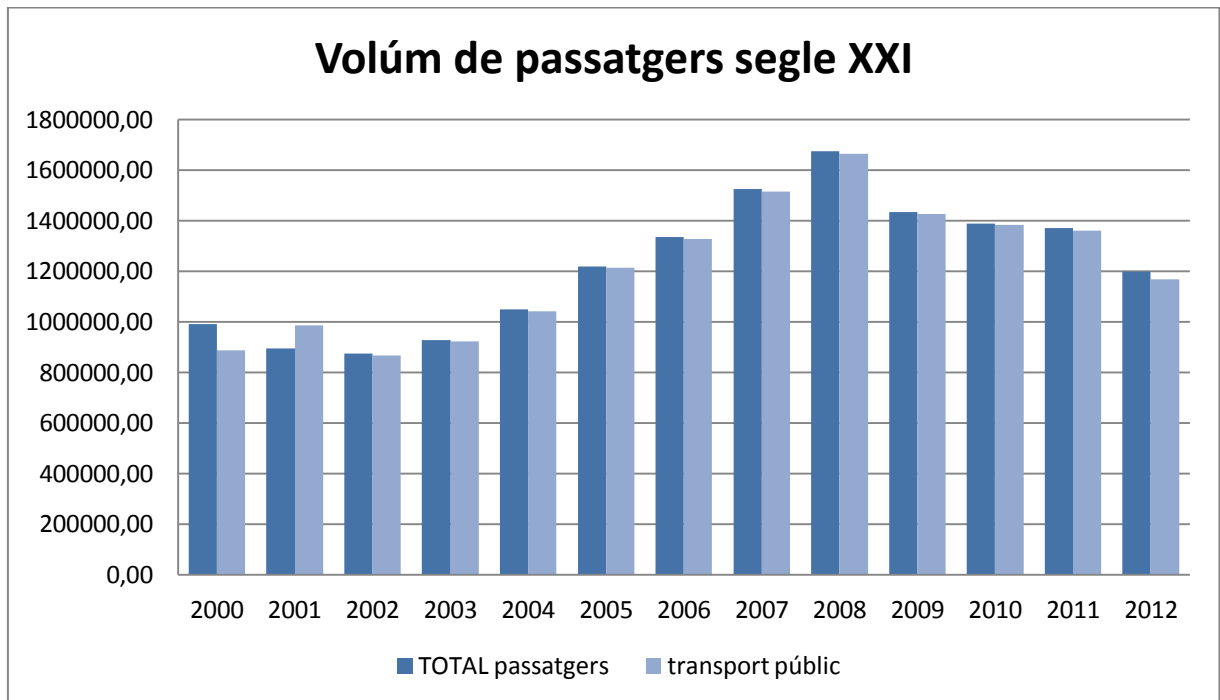


Figura 3.6 : Nombre d'usuaris de transport aeri públic en comparació amb el nombre total d'usuaris de l'aeroport.
(Veure annexes CD)

Encara més important que el nombre de vols per determinar el nombre aproximat del volum de maletes que passen per l'aeroport, és el nombre de passatgers. En el gràfic de barres anterior podem veure com, òbviament, el nombre de passatgers és proporcional al nombre de vols i per tant, l'evolució al llarg del volum de passatgers al llarg dels anys ha estat la mateixa (creixement des que Eslovènia forma part de la UE, i decreixement amb la crisi econòmica).

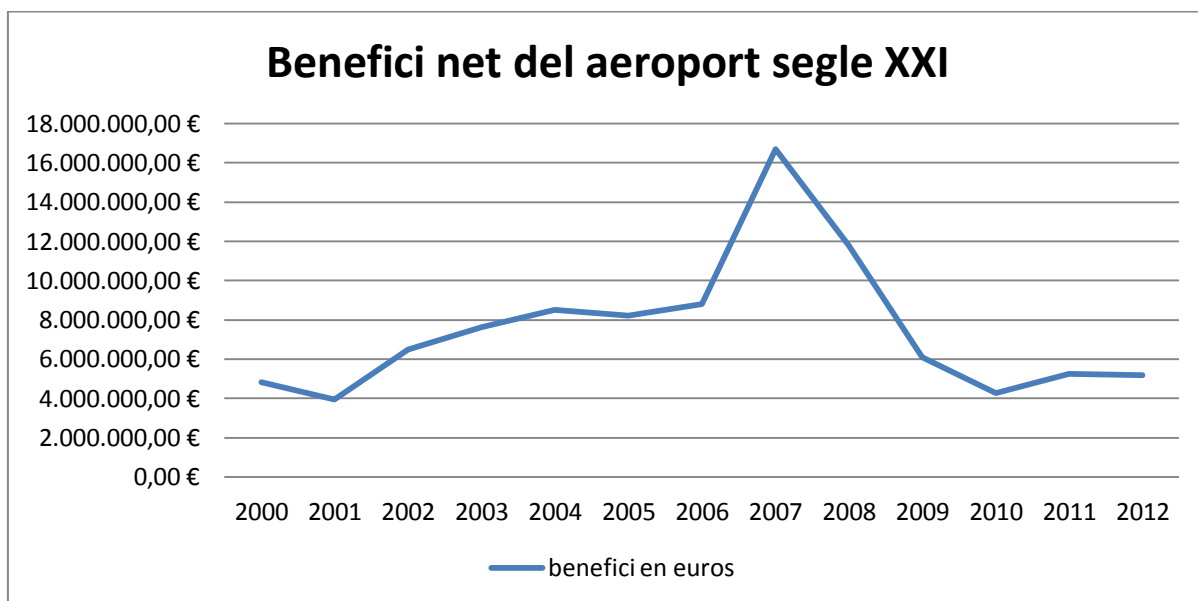


Figura 3.7: Benefici net d' Aerodrom Ljubljana des de l'any 2000 fins al 2012 (Veure annexes CD)

Per últim, i també força proporcional al nombre de passatgers que ha tingut cada any l'aeroport, tenim el benefici net de la companyia que gestiona l'aeroport durant els darrers anys. En aquest càlcul hi entren les inversions que ha fet l'empresa en moments determinats, com per exemple a l'any 2001, quan es van implantar cintes transportadores pels equipatges, així com també els beneficis obtinguts de l'Aviació General i els vols de mercaderies.

Tota aquesta evolució del negoci aeroportuari a Ljubljana ens porta a la següent situació actual:

- Avui dia operen a l'aeroport de Ljubljana les següents línies aèries: Adria Airways, Air France, Montenegro Airlines, EasyJet, Turkish Airlines, Wizz Air, Syphax Airlines i Finnair.
- Ofereix 217 vols setmanals amb origen i/o destí a les següents ciutats: Manchester, Londres (Luton), Londres (Stansted), Paris, Mallorca, Frankfurt, Zurich, Viena, Moscú, Split, Belgrad, Podgorica, Tirana, Zakynthos, Heraklion, Kos, Chios, Burgas, Brussel·les (Charleroi), Amsterdam, Copenhaguen, Munich, Djerba, Malta, Hèlsinki, Dubrovnik, Sarajevo, Pristina, Skopje, Monastir, Karpathos, Rhodes, Antalaya, Istanbul, Varna.
- Des de principis d'aquest any 2013 fins a finals de març 220.911 passatgers han volat en algun dels 6.703 vols que s'han efectuat fins al moment, dels quals 212.243 ho han fet en vols públics.
- Ha facturat 813.000€ de benefici net.

Veient i analitzant aquests tres gràfics, ens queda el dubte de que hagués sigut d'aquest aeroport si el país, i el continent en general, no hagués entrat en la crisi econòmica en la que ens trobem avui dia. És per això que en el següent apartat tractarem les expectatives de futur que té l'aeroport, dades essencials a tenir en compte a l'hora de fer una forta inversió per un gran projecte com podria ser acabar d'automatitzar el sistema de tractament de maletes.

3.5 Expectatives de futur

Acte seguit, presentem els mateixos gràfics que en l'apartat anterior amb la diferència que aquests reflecteixen els resultats d'un estudi fet amb dades hipotètiques. Específicament, el que s'ha fet es extreure la mitjana de percentatge de creixement de cada un dels valors anteriors (moviment d'aeronaus i volum de passatgers), dels primers nou anys del segle XXI (del 2000 al 2008). El motiu d'aquest canvi és intentar esbrinar quins haguessin estat els números en els resultats anuals de l'aeroport si apliquem aquesta mitjana de creixement en els anys posteriors a l'entrada a la crisi, és a dir, del 2009 fins l'actualitat.

Mitjana percentatges	
Aircraft movements	4,50%
% influència transport públic	66,27%
Nombre de passatgers	5,16%
% influència transport públic	99,25%
Benefici net	12,68%

Taula 3.1:

Mostra la mitjana dels percentatges de creixement anuals des del 2000 al 2009

Aplicant aquest percentatge mig de creixement anual des del 2008 fins a l'actualitat, tindriem els números que hagués obtingut la companyia *Aerodrom* durant els anys en que per culpa de la situació socioeconòmica els resultats han caigut.

Per calcular les dades de la influència del transport públic sobre el total de cada una de les dades tractades, el que hem fet ha estat extreure un percentatge mig d' influència dels nou primers

anys. Aproximadament, el 66% dels moviments d'aeronaus que es fan a l'aeroport de Ljubljana són per vols de transport públic; i gairebé la totalitat dels passatgers que utilitzen aquestes instal·lacions com a punt d'origen o destí dels seus vols també són usuaris de transport públic, en concret més del 99%.

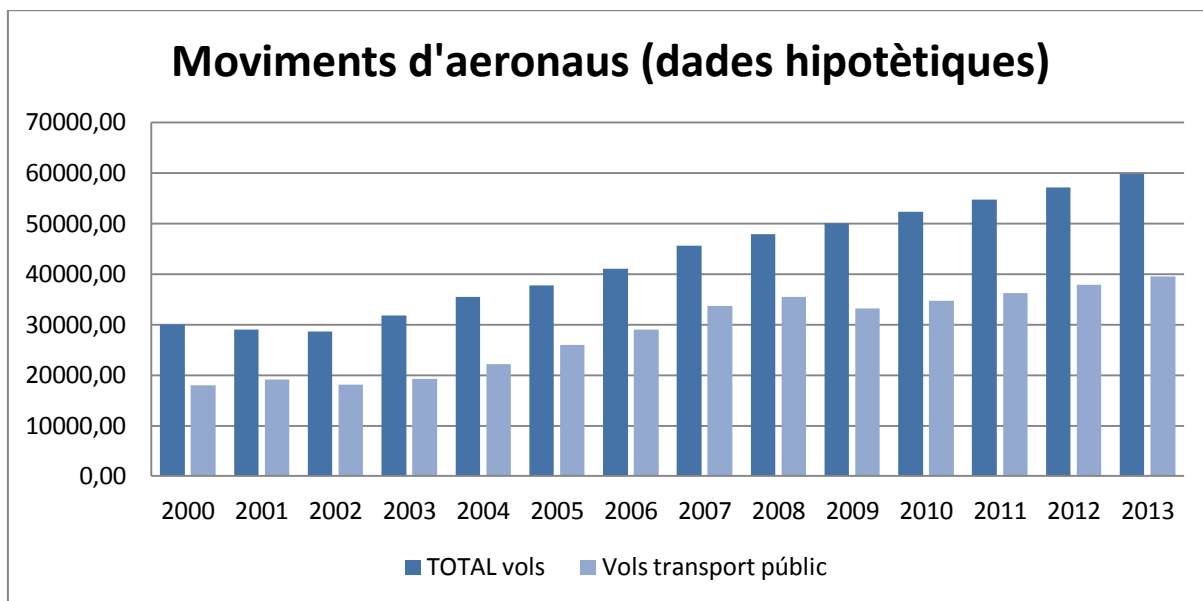


Figura 3.8: Evolució del moviment d'aeronaus en un hipotètic escenari sense crisi econòmica

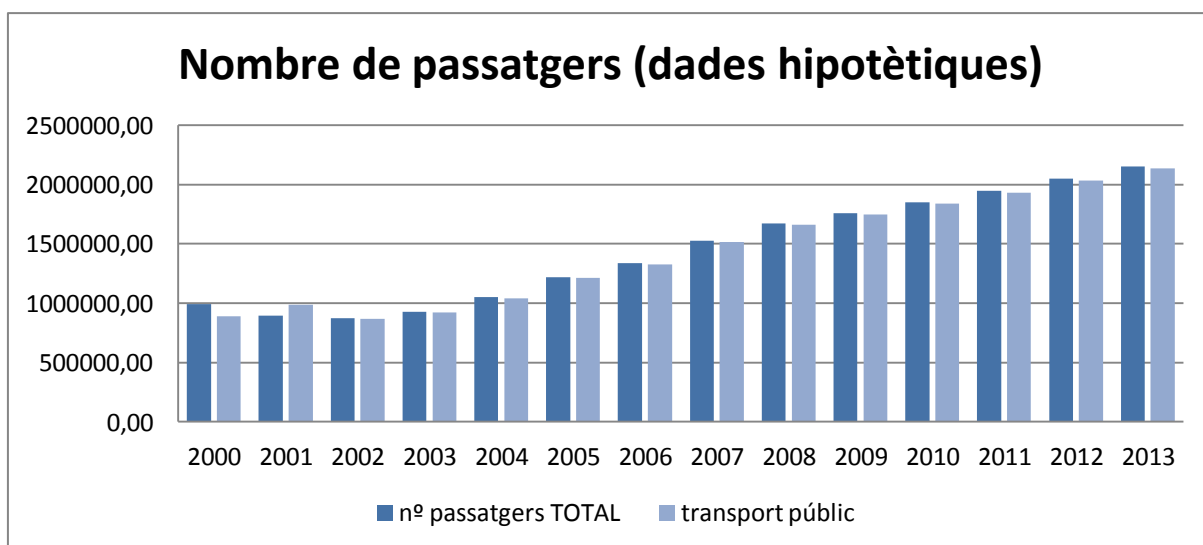


Figura 3.9: Evolució del nombre de passatgers en un hipotètic escenari sense crisi

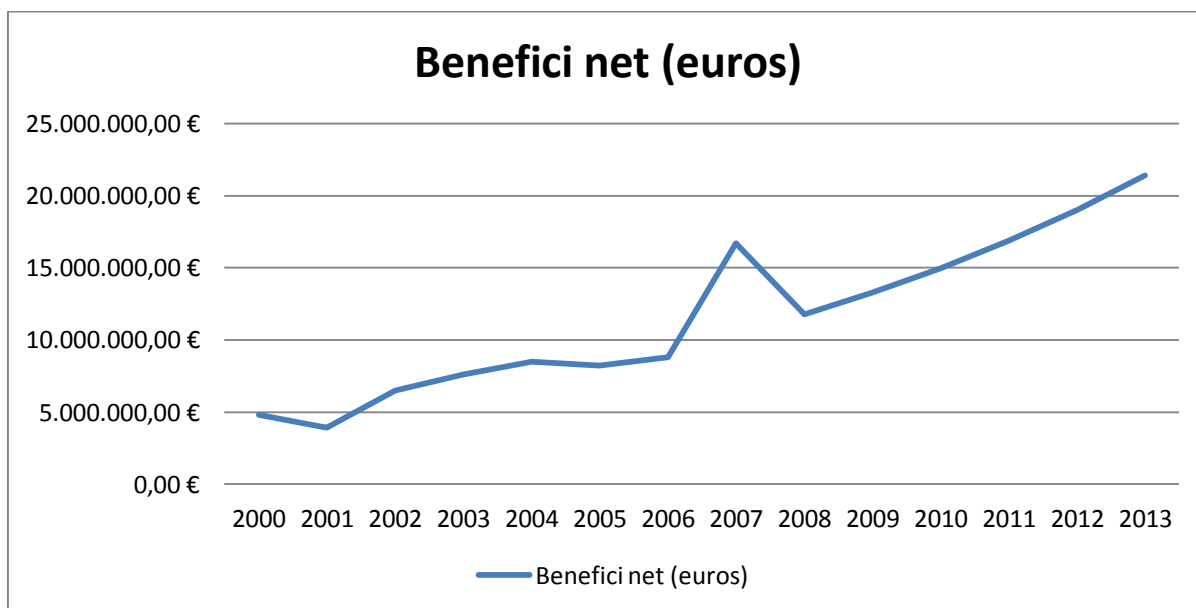


Figura 3.10: Evolució del benefici net de l'aeroport en un hipotètic escenari sense crisi

En el suposat cas que l'aeroport hagués seguit registrant el mateix increment anual en els seus resultats durant els darrers anys de davallada, a finals d'aquest any aquests resultats s'haurien duplicat respecte els que van tenir en el 2000. Concretament, ara estaríem tractant amb les següents dades:

- S'haurien efectuat més 59.725 moviments d'aeronaus dins del recinte del aeroport, dels quals gairebé 40.000 serien d'avions amb passatgers (Transport Públic).
- Pel que fa al nombre de passatgers, l'aeroport n'hagués tractat un total aproximat de 2.151.000, dels quals 2.135.000 haurien fet el *check-in* per a vols de transport públic.
- Aerodrom Ljubljana estaria obtenint un benefici net quatre vegades superior al del període del 2000 (any d'inici d'enregistrament de dades per aquest estudi)

Fora bo remarcar que les dades d'aquest breu estudi són molt significatives, és per això que més endavant, en el CAPÍTOL 5 - Estudi de viabilitat, es demostra que el projecte que en aquest TFG es presenta s'hauria de classificar segons la seva tipologia dins del grup de projectes d' "INCERTESA".

Les dades s'han obtingut mitjançant una estimació exageradament optimista i poc real: en un primer lloc perquè les dimensions de l'única terminal que existeix actualment no podrien proveir el

volum de passatgers que es preveu en l'estudi, caldria fer reformes en les instal·lacions i, en un segon lloc, perquè per la importància i el influx que representa actualment aquest aeroport dins el marc internacional del transport aeri és força pobre, per tant, hagués arribat un punt en el que el percentatge de creixement anual s'hagués estancat degut a que no hi ha més demanda i no es pot crear més oferta. En conseqüència podriem afirmar, que en casos així la infraestructura impedeix el creixement de l'aeroport.

Capítol 4

DESCRIPCIÓ DEL SATE ACTUAL DE L'AEROPORT DE LJUBLJANA "Jože Pučnik"

Durant el desenvolupament d'aquest treball, vaig viatjar a Ljubljana per tal de poder tornar a visitar les instal·lacions, concretament les referents al sistema de tractament d'equipatges. Els serveis de l'empresa *Aerodrom Ljubljana* presents a l'aeroport es van prestar, com de costum, molt amablement, a mostrar-me les instal·lacions i a respondre tots els dubtes que tingués i que m'impedien seguir endavant amb el projecte.



Figura 4.1: Foto de l'acreditació lliurada per *Aerodrom* que permet passar els controls de seguretat com a visitant

Com bé s'explica en la descripció del projecte (Apartat 1 del CAPÍTOL 2), aquest treball pretenia aportar les pautes necessàries per poder endegar el projecte de construcció d'un SATE a Ljubljana, però degut a que ja té alguna part del BHS automatitzada, ens vam adonar que el que s'hauria de fer seria complementar-lo fins a aconseguir el màxim grau possible d'automatització. És aquesta la raó per la qual en aquest apartat s'explica detalladament quines són les característiques del sistema (ja siguin físiques o de funcionament), i també el grau d'automatització que existeix actualment en l'aeroport Jože Pučnik.

4.1 Descripció física i funcional

El SATE es divideix en dues àrees: la més antiga denominada **zona A**, ja que és la primera que es va construir fa 20 anys, i la **zona B**, que va ser implementada 10 anys després, amb motiu de la previsió de creixement del tràfic aeri a Eslovènia.

Aquest sistema va ser implementat per l'empresa *SRK Baggage Handling Systems GMBH*, empresa especialitzada en automatització de sistemes i que ja hem mencionat anteriorment. Es tracta d'un BHS que, amb l'ajut de **cinc supervisors i dotze operaris**, és capaç de tractar vora **550 maletes/hora**.



En termes generals, direm que un software informàtic s'encarrega d'emmagatzemar les dades recollides als taulells de facturació i les transmet als ordinadors que hi ha a ambdues àrees (A i B), on els operaris, amb l'ajut del mateix software, tenen la tasca de fer el *sorting*⁵ i carregar les aeronaus amb les maletes.

Figura 4.2: Foto del ordinador i software utilitzats per al *sorting* i altres funcions del sistema

⁵ **SORTING:** ordenació i classificació, en aquest cas, de l'equipatge.

Anem a tractar, doncs, aquestes dues àrees anomenades anteriorment per separat, que malgrat tinguin alguna diferència (i no només en edat), no hem d'oblidar que formen part d'un mateix sistema.

ZONA A:

Aquesta zona està dissenyada per admetre maletes procedents de vols de sortida i d'arribada. Pel que fa les sortides, és capaç de tractar maletes de fins a **3 vols** al mateix temps. El sistema compta amb l'alimentació de **5 mostradors de check-in** convencionals que inicien aquest procés de tractament dels equipatges deixant fluir les maletes per les cintes transportadores. Mitjançant aquestes cintes, les maletes recorren els metres necessaris fins arribar a la **màquina de raig X Smiths Heimann**. Els rajos X travessen la maleta mentre el guàrdia de seguretat que opera en aquell moment revisa per la pantalla de l'ordinador que tot sigui correcte. En el cas que durant l'escaneig la màquina detecti quelcom sospitos en un dels equipatges, un braç mecànic el desplaça cap a fora de la cinta. El guàrdia de seguretat que està de servei en aquell moment agafa l'equipatge i el deixa a l'inici de la cinta. Aquest equipatge haurà de tornar a ser escanejat per la mateixa màquina de nou, i si persisteix la seva presumpció d'equipatge perillós, el guàrdia l'aparta del procés de tractament de maletes i procedeix a contactar amb el departament de seguretat de l'aeroport, que seguidament es posarà en contacte també amb el propietari de la maleta per a que acudeixi a la inspecció manual d'aquesta. Existeix una màquina alternativa pels equipatges de grans dimensions, com poden ser material esportiu, instruments, etc., on l'operari ha de dipositar-lo i extreure aquest equipatge manualment.

Tots els equipatges que la *Smiths Heimann* detecta com a correctes (no sospitosos) segueixen corrent per la cinta fins arribar als col·lectors. Aquí, uns operaris d'*Aerodrom Ljubljana* s'encarreguen de fer la classificació de les maletes segons el vol en un primer moment, i segons la classe del passatger propietari (*economic, busines, first class*). Cal destacar que això és un procés molt laboriós i un dels més importants per assegurar l'eficiència i el bon resultat del procés, per la qual cosa qualsevol error humà desencadenaria una pèrdua d'eficiència que es convertiria en costos de temps per *Aerodrom*, i en costos de diners per la línia aèria que vol efectuar el vol.

Per últim, quan s'ha dut a terme tota la classificació de maletes d'un vol i s'han dipositat en els carros de transport, es col·loca aquest vehicle sobre la balança. Restant el pes del vehicle (pes estàndard que els operaris del sistema ja coneixen i que, per si de cas, està escrit en el propi carro) al pes total que marca la balança podem saber quin és el pes que es carregarà a l'avió, i ja es pot incloure aquesta dada al pla de vol.

A continuació es mostra l'esquema del funcionament d'aquesta part del sistema, començant per la part superior de la imatge on el passatger factura la maleta, i acabant per la part inferior on les maletes són dipositades als carros per ser pesades i carregades a l'avió. També s'adjunten a sota algunes fotos que vaig poder extreure durant la meva visita guiada a l'aeroport.

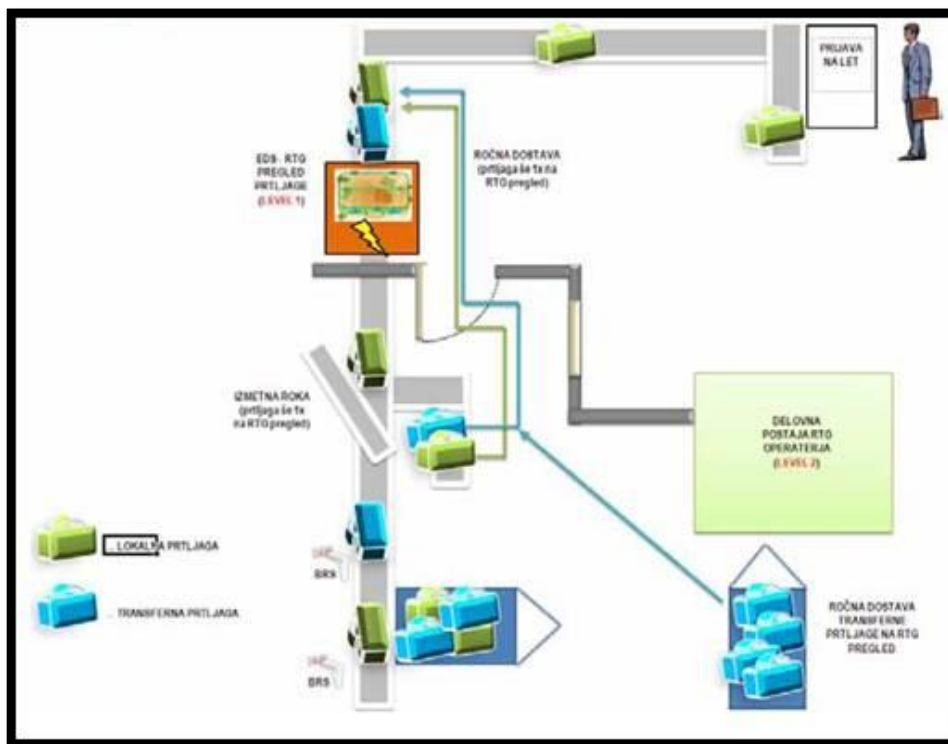


Figura 4.3: Esquema de classificació de les maletes dels vols de sortida (Zona A)



Figura 4.4: Foto de l'àrea de *sorting* pels vols de sortida (zona A)

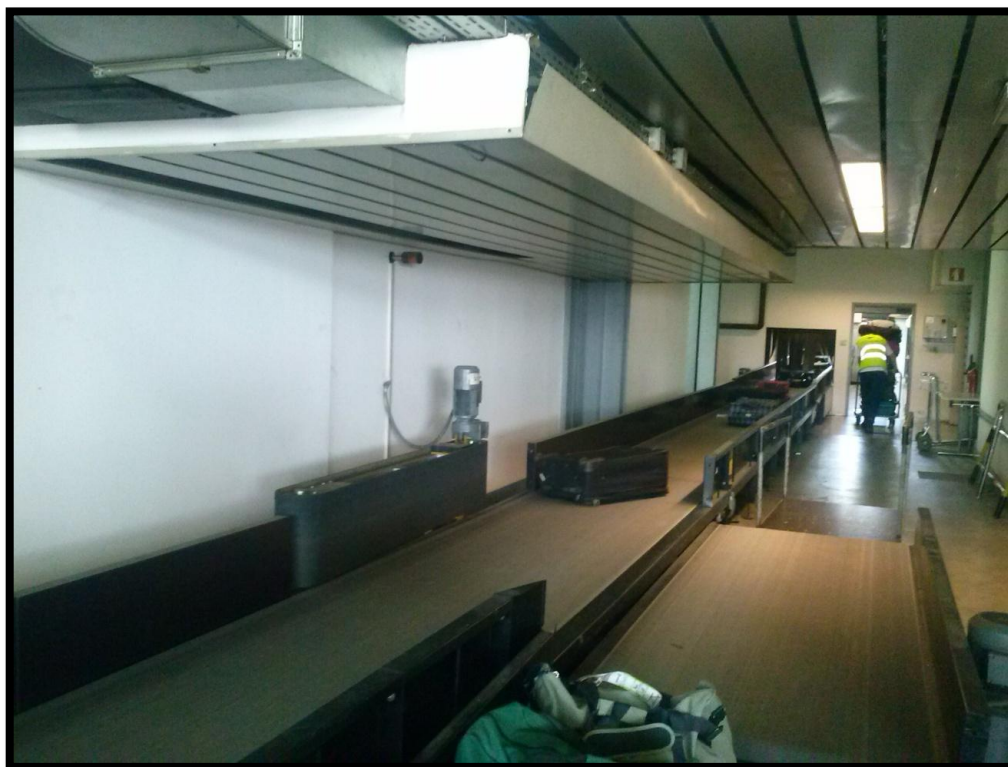


Figura 4.5: Foto del braç mecànic utilitzat per apartar les maletes sospitoses (zona A)

Pel que fa a les arribades, l'àrea A és l'única capaç de tractar-ne les maletes, i pot fer-ho amb equipatges de fins a **2 vols** alhora. En aquest cas, el procés és molt més senzill encara.

Les maletes arriben en carros a la zona A, conduïdes per un operari, que serà l'encarregat d'anar-les col·locant a la cinta. Mitjançant els ordinadors i el software mencionat al principi del capítol, l'operari pot controlar que totes les maletes que han arribat es vagin introduint dins el circuit de cintes transportadores. Serà aquest treballador qui, amb la simple acció de prémer un botó, farà desviar el flux de maletes que està tractant en aquell moment cap el carrusel d'arribada número 1 o 2.

En el cas dels equipatges de dimensions especials, un altre operari és responsable de portar-los a la zona on són els carrusels d'arribada i d'entregar-lo en primera persona al passatger.

En la Figura 4.6 podem observar el procés, que aquesta vegada comença per la part inferior quan arriben els equipatges, fins a la superior on els recullen els seus propietaris.

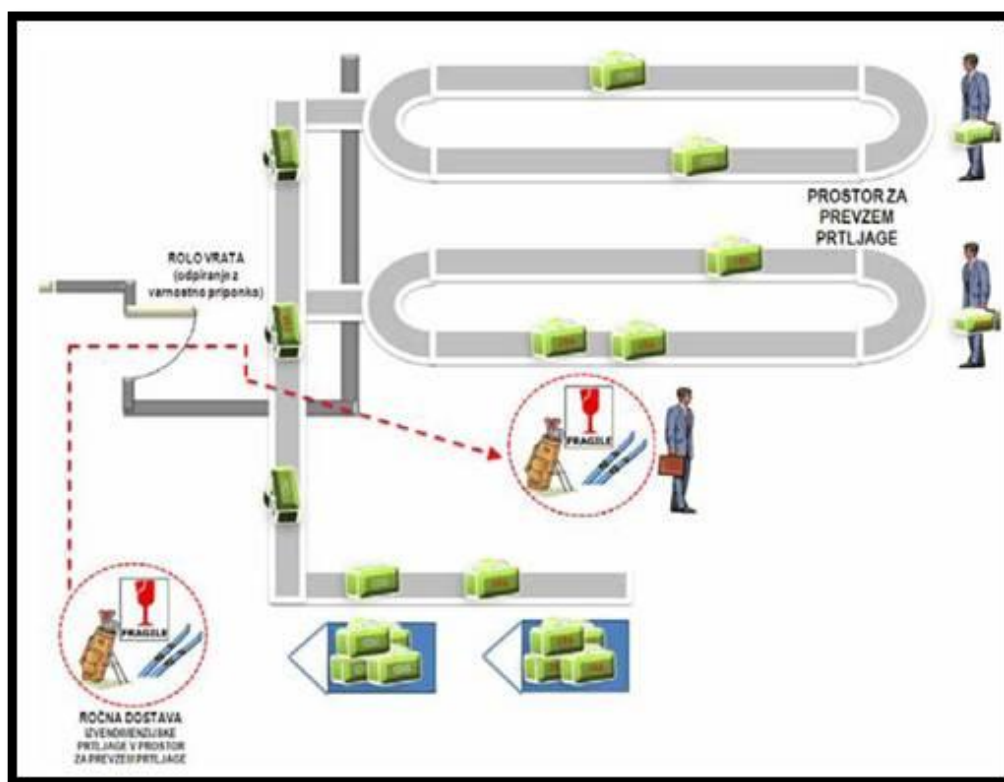


Figura 4.6: Esquema de classificació de maletes dels vols d'arribada (Zona A)

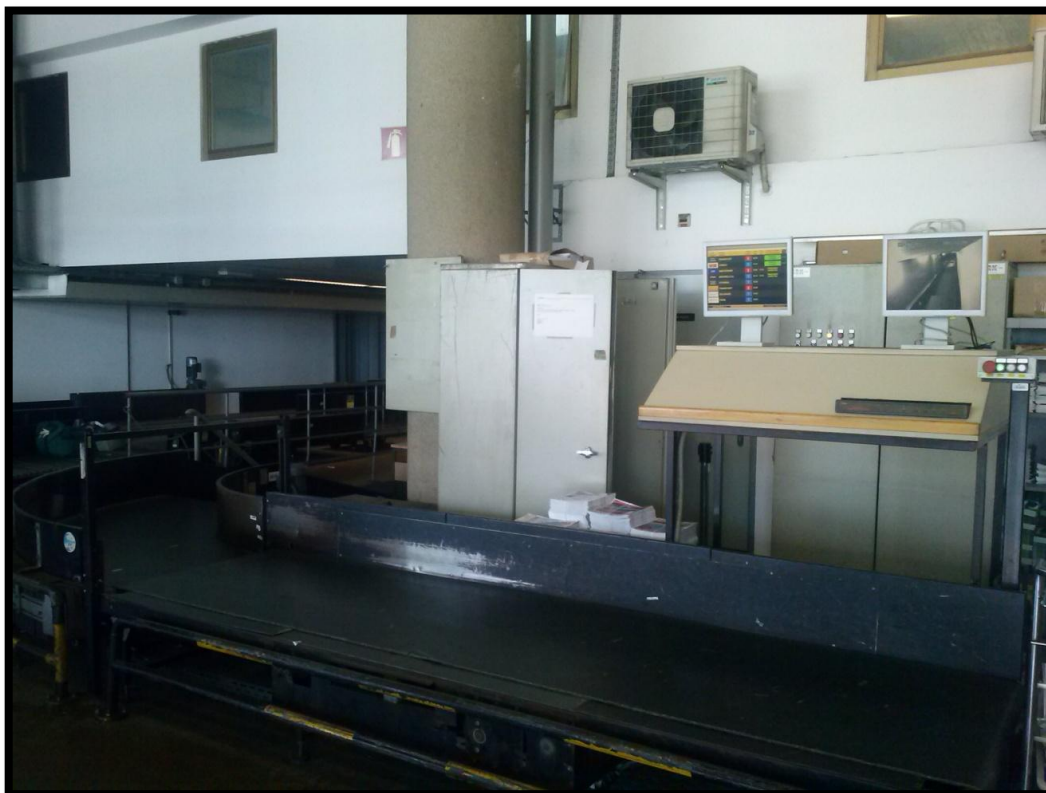


Figura 4.7: Foto de l'àrea de *sorting* pels vols d'arribada (zona A)

ZONA B:

La zona B és la més nova de la terminal, construïda 10 anys més tard que la zona A i que va patir la seva última remodelació l'any 2007. A diferència de la primera zona, aquesta només serveix per tractar maletes dels vols de sortida, les maletes que arriben es destinen totes a l'àrea A. Aquí es poden tractar maletes de fins a **12 vols** de sortida al mateix temps.

Si parlem del seu funcionament, el procés que segueix el sistema és pràcticament igual que el de la zona A encarregada dels vols de sortida. L'única petita diferència, a part de la capacitat de fluxos de maletes que és capaç de tractar simultàniament, la trobem en el punt en que un equipatge es detecta com a sospitós per primera vegada. En el cas de l'àrea B podem afirmar que existeix un increment en el grau d'automatització respecte l'àrea A. Si abans era un operari qui havia d'anar a agafar l'equipatge expulsat de la cinta pel braç mecànic i tornar-lo a deixar a l'inici de la cinta, a la zona B això es fa mitjançant una altra cinta. És a dir, el braç mecànic desvia el paquet sospitós cap a

una altra cinta que condueix la maleta fins al principi del procés. En referència a tot lo altre, el sistema funciona completament igual.

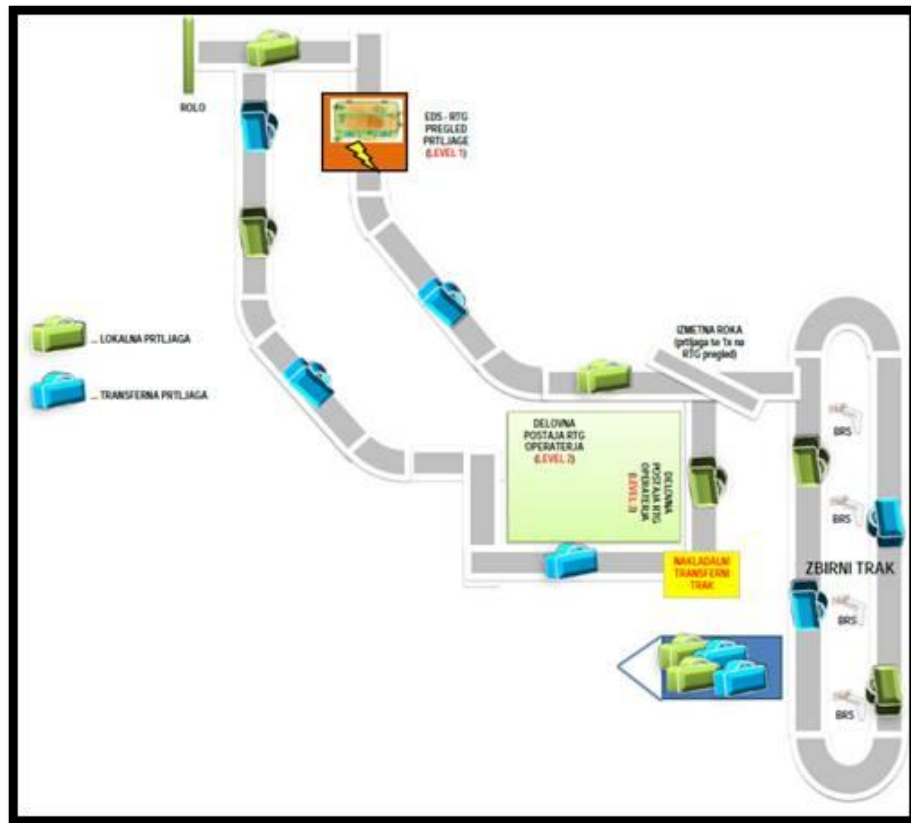


Figura 4.8: Esquema de classificació de maletes en la Zona B

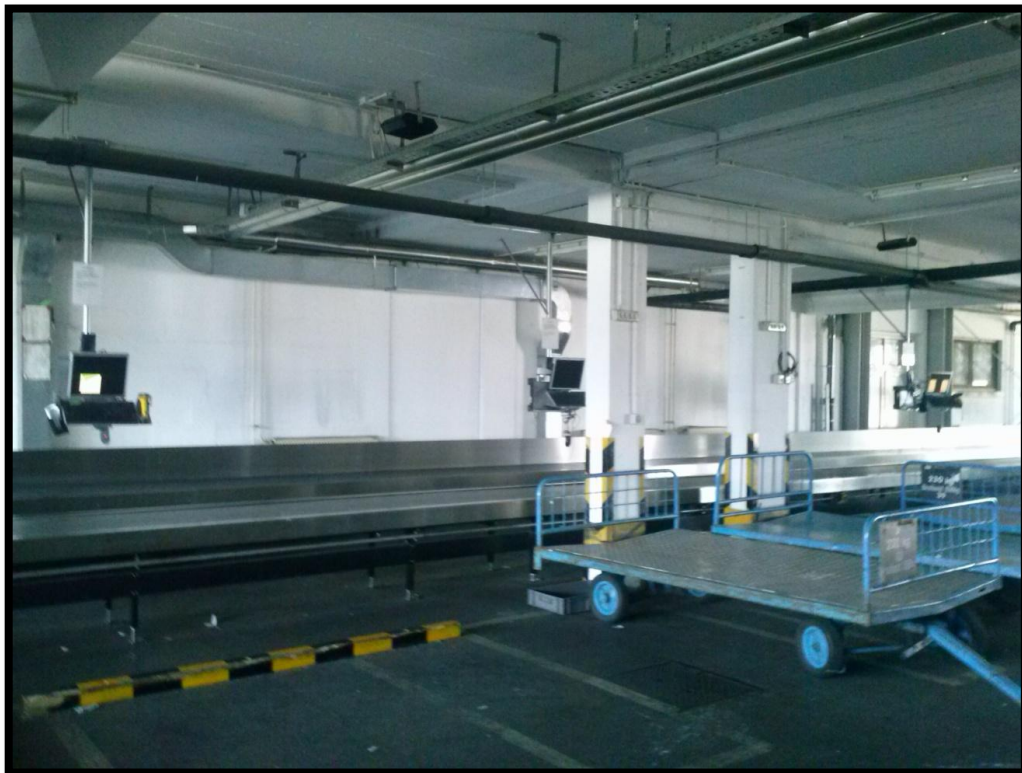


Figura 4.9: Foto de l'àrea de *sorting* pel vols de sortida (zona B)

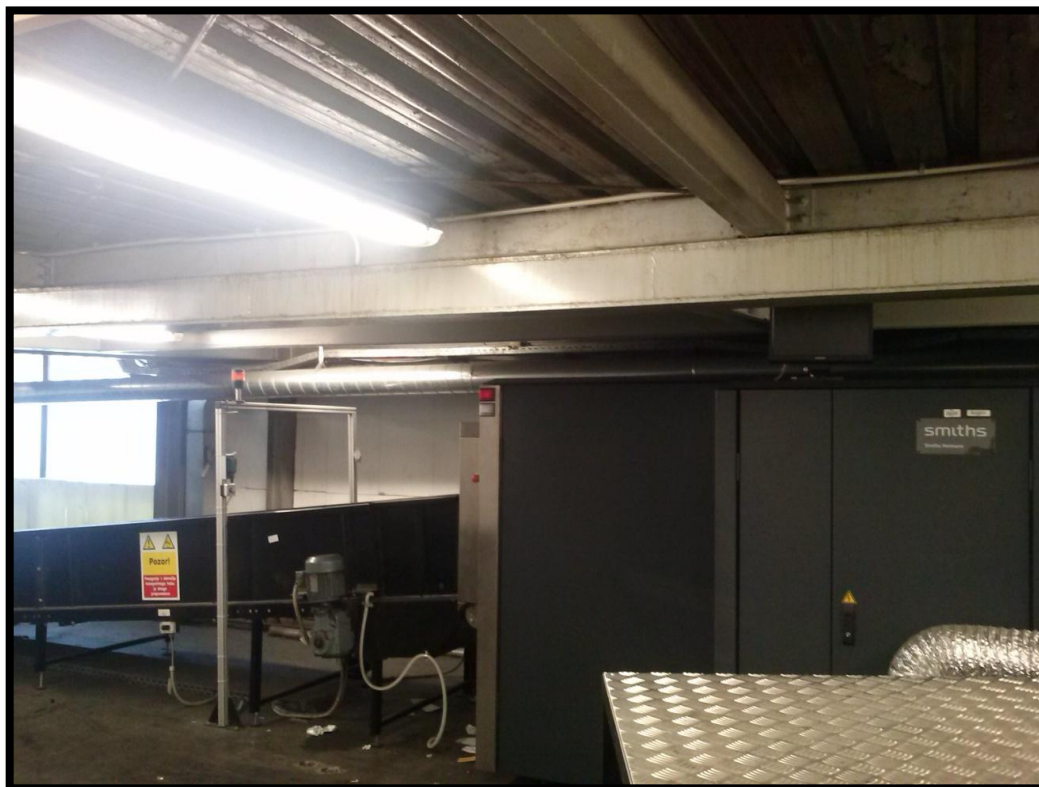


Figura 4.10: Foto de la màquina de raig X *Smiths Heimann* (zona B)

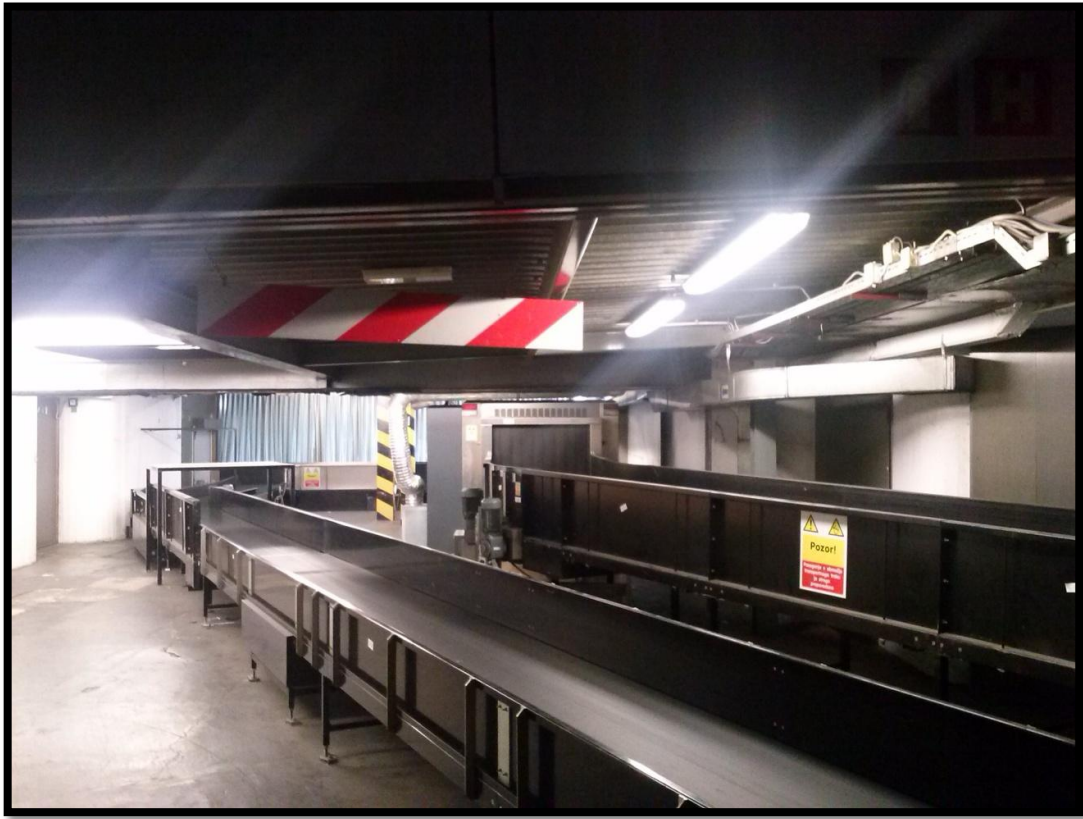


Figura 4.11: Foto de la cinta que retorna les maletes al inici del procés per ser escanejades de nou (zona B).

A l'esquerra de la imatge

En resum, totes aquestes innovacions es van fer quan els carrusels d'arribada i de sortida existents en el segle anterior ja no podien fer front a un nombre cada vegada més gran de passatgers.

Sistema pels vols d'arribada:

- **≈ 75 metres de cintes transportadores.** Característiques:
 - Diàmetre dels cilindres: 50 mm
 - Rodet de llançament: 62,5 mm
 - Ample dels rodets : 800 - 1200 mm
 - Càrrega de treball: aprox. 50 kg / metre lineal

- **5 metres de bifurcació de cinta (ascendent i descendent).** Característiques:
 - Velocitat de transport: segons el requisit del sistema
 - Ample de la cinta: 800 - 1200 mm (amples addicionals a sol·licitud)
 - Ample de treball: Ample de la cinta + 30 mm
 - Treball càrrega aprox. 50 kg / metre lineal
- **1 màquina de raig X HI-SCAN² Smiths Heimann**
- **4 càmeres de vídeo vigilància per supervisar el flux e maletes**
- **2 Ordinadors amb el software utilitzat per la gestió dels equipatges**

Sistema pels vols de sortida:

- **13 mostradors de check-in amb transportadors.** Característiques:
 - Potència: 0,23-0,30 kW (d'acord amb els requisits)
 - Velocitat de transport: aprox. 0,3 m / seg
 - Ample de la cinta: 450-600 mm (altres mides sota comanda)
 - Ample de treball: ample de la cinta + 30 mm
 - Alçada de càrrega d'equipatge: aprox. 350 mm
 - Càrrega de treball: aprox. 50 kg / metre lineal
 - Equip informàtic amb 2 pantalles LCD (figura alçada 20 mm), unitat d'avaluació, font d'alimentació, teclat, plataforma de pesatge i cablejat complet
- **≈ 230 metres de cintes transportadores** (Característiques igual que les anteriors)
- **≈ 20 metres de bifurcacions de cintes** (mateixes característiques)
- **2 màquines de raig X HI-SCAN Smiths Heimann**
- **1 Màquina de raig X adaptada per a equipatges amb dimensions especials**

- **2 braços mecànics desviadors.** Característiques:
 - Potència braç giratori: 1,1 kW
 - Velocitat de transport: aprox. 0,9 m / seg
 - Velocitat de gir: aprox. 1,2 seg.
 - Angle de gir: 45 °
 - Ample de la cinta de braç giratori: 350 mm

Tots els equipatges que arriben es carreguen en el transportador de càrrega a la zona de classificació de l'aeroport. Allà, la destinació corresponent es preselecciona i l'equipatge es transporta al carrusel corresponent.

La tècnica de control dels sistemes d'arribada té un enllaç de xarxa amb els sistemes de sortida per tal de permetre un manteniment a distància.

4.2 Grau automatització actual en el sistema de tractament d'equipatges de l'aeroport

Coneixent les característiques físiques actuals del tractat BHS, en aquest apartat cal analitzar quin nivell d'automatització proporciona el sistema per poder saber quins serien els elements i processos que cal afegir i/o configurar per aconseguir que el tractament d'equipatges funcioni amb la menor intervenció humana possible.

Des del moment en que se sap que el *sorting* es fa de manera manual, trobem el primer punt essencial de falta d'automatització. El *sorting* és el procés més complex de tot el tractament de maletes, i el culpable de més pèrdues de maletes en els aeroports. És ben cert que quan un passatger perd la maleta, no la ha perdut ni durant el vol ni la maleta ha desaparegut, el més freqüent és que hagi esta col·locada en un vol equivocat. En el Jože Pučnik, tot i ser un procés executat manualment, el software utilitzat serveix de gran ajuda per als operaris, ja que si el treballador està carregant un carro per un vol "X", el programa marcarà error si n'escaneja una amb destinació "Y". És per això que

la **taxa de pèrdua anual de maletes és només del 2,6%**. Això no treu però, que sigui una feina que ocupa moltes hores laborals humanes atesa la seva importància en el procés.

Sabent que la tasca més important no la duen a terme màquines per si soles, i després de la descripció de les diferents àrees de tractament, podem afirmar que només existeix automatització quant a desplaçament del flux d'equipatges per les cintes (230 metres de cinta a l'àrea B i 100 metres a l'àrea A) i quant a les tasques de seguretat (només en el primer i segon nivell del sistema de tres nivells utilitzat actualment). Aproximadament, doncs, només un 40% del procés el poden dur a terme les màquines sense l'ajut de la intervenció humana.

Aquest fet obre les portes a múltiples reformes pel futur, que ajudarien a millorar l'eficiència del procés i a permetre que els avions no haguessin d'estar tant de temps aparcats a l'aeroport (que si bé això significa diners per a l'aeroport que cobra estacionament, desprestigia l'aeroport i suposa fortes taxes per les línies aèries).

En el següent capítol es presenta un estudi de viabilitat d'una proposta per augmentar l'automatització del procés i millorar en eficiència el tractament de maletes en l'aeroport tractat.

Capítol 5

ESTUDI DE VIABILITAT

Els projectes es realitzen amb el propòsit de desenvolupar sistemes, ja sigui crear-ne de nous o millorar sistemes ja existents. Un projecte pot ser considerat com "una organització que existeix per desenvolupar un sistema". Com bé sabeu, en el nostre cas el projecte que es planteja vol millorar el sistema de tractament d'equipatges actual de l'aeroport internacional d'Eslovènia, i es treballa amb la col·laboració de *Aerodrom Ljubljana* i *SRK Baggage Handling Systems GMBH*.

La documentació que es presenta en aquest capítol significa la més important de tot el treball, ja que és la que ens permetrà extreure les conclusions més vàlides per decidir l'aprovació o no del projecte. Es tracta d'un estudi de viabilitat elaborat mitjançant les dades obtingudes durant la recerca d'informació realitzada fins aquest punt del treball, informació presentada en els capítols anteriors. Aquest estudi conté els següents apartats: Descripció del problema a resoldre, Missió i objectius, Tecnologies a implementar, Planificació de tasques, RRHH, Calendari del projecte, Comparació d'alternatives, Factors d'incertesa i riscos, Costos i Rendibilitat.

5.1 Descripció del problema a resoldre

Com hem comentat en capítols anteriors, l'estat final que es vol assolir amb la implementació d'aquest projecte consisteix en disposar d'un sistema que integri els processos de transport, revisió, càrrega i distribució d'equipatges, des que són facturats fins que són embarcats, de manera que s'aconsegueixi un augment global d'eficiència, permetent que l'aeroport doni un millor

servei a les aerolínies i els seus passatgers. No es tracta simplement de permetre que el transport sigui ràpid, també s'ha de garantir que es realitza amb el menor ús de recursos consumits i de forma segura (amb un exhaustiu procés de detecció d'equipatges perillosos), per minimitzar l'embarcament de paquets que podrien ser ofensius així com la pèrdua d'equipatges (tant d'equipatges que provenguin dels taulells de *check-in* com d'equipatges que pertanyin a vols en connexió).

Hem vist que aquest increment d'eficiència es pot mesurar en base a diversos paràmetres: temps, unitats transportades per unitat de temps, índexs de seguretat, consum de superfícies aeroportuàries, nombre de maletes perdudes, productivitat dels factors humans, consum energètic...

Per això, s'han enumerat objectius que, mesurats en alguns d'aquests paràmetres, defineixen vies d'actuació que permetran, en conjunt, aconseguir el increment dels nivells d'eficiència i efectivitat esperats. Aquests objectius globals serveixen, per tant, de guies que permetran identificar el punt en que el projecte resulti prou satisfactori per complir amb les necessitats definides.

Especialment, una de les majors dificultats en quant a la gestió i processament dels equipatges és la seva classificació o "*sorting*". Fins a la data, el personal de l'aeroport i els agents de *handling*⁶ corresponents han estat els responsables i encarregats d'agafar els equipatges un per un, llegir l'etiqueta que conté informació sobre el passatger, número de vol, companyia aèria, destinació, .. i classificar-los en els carrets portaequipatges corresponents. A tot aquest procés també s'afegeixen altres dificultats com la necessitat de diferenciar els equipatges preferents d'aquells passatgers Business que han pagat un preu superior perquè, en arribar al seu destí, el seu equipatge sigui desembarcat de forma ràpida. D'altra banda, també és de gran importància la diferenciació de tots aquells equipatges de passatgers que a l'aeroport de destinació (A) vagin a agafar un altre avió per a un altre destí final (B) i que hagin facturat directament el seu equipatge per a aquell destí (B), es refereix, per tant, a tots aquells equipatges de passatgers que realitzen un vol en connexió i que, en moltes ocasions, suposen una dificultat afegida al ja complex procés de tractament d'equipatges.

⁶ **HANDLING:** Assistència en terra a les aeronaus (del anglès *ground handling*), inclou tots els serveis amb que és provista una aeronau des que aterra fins la seva posterior partença.

5.2 Missió, objectius i requeriments del projecte.

La definició d'objectius proporciona la idea general sobre el projecte a desenvolupar. La pregunta següent és: aquesta idea és realitzable? Com tot projecte aquest també persegueix tres objectius bàsics, que són realitzar un treball per crear un bé per algú, complint amb un calendari, un pressupost, i els seus requisits de funcionament.

La definició de la situació desitjada que es vol aconseguir al final de la implementació d'aquest projecte, es farà basant-se en indicadors fonamentals sobre l'èxit en la implementació d'aquest sistema. Això serà possible, com passa en molts casos, fent anàlisi comparativa específica de les millores mesurables que es deriven de l'execució del projecte en observar els dos escenaris: abans i després de la implementació del nou SATE. Els principals indicadors que permetran mesurar l'èxit en la resposta a la necessitat seran en termes de: reducció de costos, reducció de la utilització de superfícies aeroportuàries, temps, indicadors de seguretat, integració de processos, salut i ergonomia dels treballs humans implicats, imatge, *handling*, avantatge competitiu, error humà ... A continuació es presenten la missió i els principals objectius desglossats en funció de l'acord al què arriben les dues empreses (client i implementadora del sistema)

MISSIÓ:

Millorar la baixa eficiència del procés general de gestió d'equipatges (transport, classificació, seguretat, seguiment, ...) a la terminal de l'aeroport que implica una reducció del control i seguretat dels equipatges i uns costos que es podrien ometre.

OBJECTIUS:

- **Realitzar la construcció i implementació dels nous elements del sistema en un període d'un mes:**

Bàsicament es tracta del temps límit estimat per dur a terme el projecte, independentment de les fases posteriors de testeig. Per entendre millor aquest objectiu i poder veure el seu desglossament en sub-objectius, veure el següent apartat "5.4 Planificació"

- **Reduir el temps d'escala per a vols comercials a un mínim de 30 minuts:**

Els requisits fonamentals que s'han de complir per poder aconseguir aquest objectiu consistiran, d'una banda, en disposar d'una estructura (disposició o configuració) dels canals de transport (cintes) que garanteixi la menor distància de transport possible des d'un punt A a un punt B del sistema SATE; aquest requisit té a veure, per tant, amb la distància. D'altra banda, com a segon requisit fonamental, s'han d'ajustar les velocitats de les cintes de transport per aconseguir que els equipatges puguin ser traslladats en el temps precís (no necessàriament ha de ser els més ràpid possible) per poder ser embarcats en els vols als segments d'escala estipulats a aquest efecte. Això vol dir ajustar les velocitats de manera que el flux d'equipatges que recorren el circuit sigui constant, sense que es formin colls d'ampolla ni es faci un ús viciós dels recursos (és a dir que el sistema tingui una baixa utilització, estigui infrautilitzat).

- **Permetre una capacitat de tractament fins a 1.000 o 1.200 equipatges:**

El requeriment fonamental per assolir aquest objectiu recau en el concepte de dimensionament. S'haurà de tornar a dimensionar la infraestructura per permetre un reaprofitament d'espai i, així, aconseguir la capacitat necessària per a processar 1.000 equipatges / hora. Amb això, es preveu que es podran atendre de forma eficient els equipatges de fins a més de dos milions de passatgers l'any (expectatives de creixement màxim a llarg termini per a l'aeroport de Ljubljana).

- **Aconseguir una taxa màxima de pèrdua d'equipatges de un equipatge perdut de cada 1.000:**

En aquest cas, per permetre un control complet de cada equipatge en tot moment, s'haurà de disposar d'uns sistemes de lectura de codis de barres (codis de 10 dígit que relacionen la maleta amb el seu passatger i la informació relativa al seu número de vol) la disposició del qual garanteixi un control constant de la posició de cada equipatge a temps real, permetent redirigir des de qualsevol punt del SATE a qualsevol altre punt del sistema qualsevol maleta.

- **Aconseguir un major aprofitament i rendiment dels recursos humans (operacions / hora):**

El compliment d'aquest objectiu ve encadenat directament pel compliment dels altres objectius. Si s'aconsegueix disposar d'un sistema automatitzat eficient i segur, és fàcil concloure que es podrà disposar d'una capacitat productiva dels recursos humans que pot ser destinada a altres tasques. D'aquesta manera, el personal de l'aeroport Jože Pučnik ha d'intervenir en un major nombre de punts i processos del tractament d'equipatges, amb la remodelació que aquest projecte presenta es poden dedicar en una major proporció a la preparació de carros i càrrega de ULD que seran transportats a les bodegues dels avions. Això permetrà una major productivitat dels recursos humans així com una major qualitat en les tasques que executen.

- **Neutralitzar els equipatges potencialment perillosos a través de 5 fases de revisió de seguretat:**

Per aconseguir aquest objectiu en matèria de seguretat cal complir dos requisits fonamentals: en primer lloc, caldrà disposar dels sistemes d'escaneig automàtic que permetin identificar equipatges potencialment perillosos, per això, l'equip de disseny ha de definir la quantitat de dispositius necessaris així com la seva disposició; en segon lloc, a nivell de gestió, s'ha d'establir un procediment de tractament d'equipatges perillosos que permeti neutralitzar el seu embarcament. Aquest procediment ha de comptar amb l'aprovació de les diferents autoritats que, en matèria de seguretat, haurien d'incrementar el seu personal degut al creixement del sistema de tractament d'equipatges.

L'aeroport i el BHS en particular, utilitza el sistema de detecció de les 3 fases, que li permet assolir nivells de confiança no tant alts en la detecció d'equipatges perillosos, com quan s'utilitzi el de les 5 fases. En una primera fase, l'escàner realitza una revisió automàtica de cada un dels equipatges (nivell 1). Aquells que identifiqui com a possibles amenaces són derivats cap a un altre canal i la seva imatge és examinada per un agent humà (nivell 2). En el cas en què l'agent reafirmi la possibilitat que es tracti d'un equipatge ofensiu, es realitza un escaneig tridimensional (nivell 3). Si s'identifica, efectivament, algun element prohibit dins l'equipatge, es requerirà al seu propietari perquè l'obri en presència de les autoritats (nivell 4). Si finalment no es troba al passatger, aquest equipatge serà tractat com una bomba i es destruirà (nivell 5).

5.3 Tecnologies a implementar i nou mètode de funcionament

Totes les màquines enumerades a continuació han estat extretes d'un catàleg de productes proporcionat per l'empresa *SRK BHS*. Al ser tan difícil remodelar un sistema d'aquestes característiques sense tenir dades 100% fiables, el que es va decidir (seguint el consell del membre de l'empresa *SRK*, Sr. Robert Kleinschmid, qui m'ha estat ajudant en tota la part més tècnica d'aquest projecte) va ser triar la infraestructura orientativa que caldria afegir per duplicar la capacitat del sistema actual. En quant als preus, només són indicatius, ja que una implementació d'aquest tipus de sistema es desenvolupa a través un projecte molt especialitzat, adaptat a cada client i a la situació requerida en cada cas. Si més no, xifres que serviran per fer-nos una idea de quin preu total pot assolir l'adquisició de la tecnologia punta per a sistemes de tractament d'equipatges.

Els diferents elements que aportaríem al nou sistema són els següents:

SORTIDA D'EQUIPATGES:

- **8 mostradors de check-in:** Tot i que actualment l'aeroport té mostradors de facturació de maletes i check-in inoperatius, si el tràfic aeri augmenta com es preveu, caldrà instal·lar-ne de nous. Aquests mostradors inclouran impressores d'etiquetes IATA RFID, que permetran als lectors d'aquest tipus de codis extreure les dades necessàries per fer el *sorting* correctament. En els 12 mostradors ja existents caldrà acoblar aquestes impressores.

Característiques: Les mateixes que les dels mostradors existents afegint-hi impressores.

Preu: 15.000 euros per mostrador i 3.000 euros per impressora.

- **≈ 150 metres de cinta transportadora:** Es podrien aprofitar la majoria de metres de cinta ja existents, amb la dificultat de que s'haurien de traslladar. Els nous metres de cinta instal·lats es repartirien entre les anteriors al *sorting* (incloent les que retornen els equipatges a ser escanejats de nou), les posteriors al *sorting* fet als hipòdroms i que conduiran les maletes cap al punt de recollida per ser embarcades, i les posteriors al embarcament (circuit de safates buides).

Característiques: les mateixes que les de les cintes transportadores existents.

Preu: 1.200 euros per metre de cinta

- **1 hipòdrom recol·lector on es fa el *sorting* (SRK-Race Track GL100):** És on van a parar les maletes després de passar pel procés de control de seguretat. Aquí és on s'inicia el procés de classificació dut purament a terme per màquines (en concret les que s'especifica a continuació (cintes de bifurcació, lectors de codis de barra i braços mecànics). Aquest hipòdrom substituiria al carrusel que existia a l'àrea B des on els operaris agafaven les maletes per fer-ne el *sorting* manualment.

Característiques:

- Potència: 1,5 kW
- Velocitat de transport: 0,4 / 0,5 m / s
- Ample d'estructura inferior de la cinta: 1044 mm
- Longitud del llistó: 1000 mm
- Alçada estàndard: 400 mm
- pes – en moviment : min. 75 kg / m
- pes - estàtica: min. 150 kg / m
- Nivell de pressió acústica: 58 dB

Preu: 21.000 euros

- **6 braços mecànics desviadors:** Començant pels que ja coneixiem que desviaven les maletes quan eren detectades com a sospitoses i, seguint pels nous que implementariem per fer la classificació d'equipatges segons el vol on van destinats, aquesta eina és la que s'encarregarà de distribuir el flux de maletes i enviar cada maleta a la cinta corresponent.

Característiques: (vistes al capítol anterior)

Preu: 8.000 euros per braç

- **6 lectors de codis de RFID SICK RFU63x i 10 antenes de captació de senyal de radiofreqüència:** Situats en varis punts estratègics de tot el circuit de cintes, aquests dispositius llegeixen les etiquetes RFID enganxades a les maletes via radiofreqüència i envien la informació a altres elements del sistema, com els braços mecànics o les cintes de bifurcació, perquè aquests deixin passar o no la maleta per una cinta o una altra.

Característiques:

- Rang de freqüència de ràdio 860-960 MHz (Europa i EUA)
- Potència de sortida de RF (transmissió) +33 dBm max.
- Indicadors d'estat òptic 17 x LED mostra
- Dades Interfície d'ordinador Ethernet (TCP / IP), RS 232
- Digitals de commutació entrades / sortides 4 x 4, en x fora
- Programari basat en Linux de configuració (funcionalitat via servidor web)
- Tensió d'alimentació 100-240 V de CA (50 a 60 Hz)
- Consum d'energia Màx. 60 W
- Dimensions (L x W x H) 400 mm x 500 mm x 155 mm
- Pes Aprox. 17,5 kg
- Temperatura ambiental (operació / magatzem) 0 a +50 ° C/-20 a +70 ° C
- Alarma en cas d'error

Preu: 43.500 euros per lector i 2.000 euros per antena.

- **≈ 40 metres de cintes de bifurcació:** Es necessitaran per dividir el flux de maletes i dirigir-les cap al final del circuit corresponent per cada una, segons la informació que els arribi dels lectors de codis RFID.

Característiques: (vistes al capítol anterior)

Preu: 12.000 euros cada 5 metres de cinta

- **2 màquines de raig X *Smiths Heimann HI-SCAN⁷ 7555i*:** Aquestes màquines permetran augmentar la seguretat en el tractament de maletes aconseguint, juntament amb les altres dues ja existents, una exploració interna del equipatge mitjançant els raig X de gran qualitat. El fet de tenir dos models diferents (els antics i aquests), donarà una avaluació més eficaç dels equipatges que siguin sospitosos, extraient una segona valoració feta per una màquina escàner diferent. (antigament les maletes passaven sospitoses passaven dues vegades per la mateixa màquina)

Característiques:

- Mida màx de l'objecte a tractar: 950 x 750 mm

⁷ **RAIG X HI-SCAN:** inspecció amb tecnologia optimitzada, amb una doble orientació del feix de llum.

- Dimensions: 2120 x 995 x 1443 mm
- Pes aprox: 580 kg
- Processador d'imatge 24 bits d'alta velocitat
- Capacitat: ≈20 maletes/min

Preu: 48.000 euros per màquina

ARRIBADA D'EQUIPATGES:

- **≈25 metres de cinta transportadora:** Característiques com les d'equipatges de sortida
- **≈10 metres de cintes de bifurcació:** Característiques com les d'equipatges de sortida
- **2 hipòdroms de recollida d'equipatges pels passatgers (SRK-Race Track RS25):** A diferència del hipòdrom SRK-Race Track GL100 utilitzat pels vols de sortida, aquest està una mica inclinat per a facilitar la recollida de la maleta per part del passatger.

Característiques:

- Potència: 1,5 kW
- Concepte d'unitat: unitat de fricció
- Velocitat de transport: 0,4 / 0,5 m / s
- Ample d'estructura inferior de cinta: 1370 mm
- Longitud del llistó: 1200 mm
- Transport pas de la cadena: 250 mm
- Alçada estàndard: 450 mm
- Angle de visió: 25 °
- pes – en moviment: 75 kg / m
- pes- estàtic: 150 kg / m
- Nivell de pressió acústica: 58 dB

Preu: 18.000 euros per hipòdrom

A part d'aquestes dues divisions de la totalitat del sistema (sortides i arribades) l'empresa SRK també es preocupa per proveir aquestes màquines amb un correcte i eficient sistema

d'alimentació elèctrica, així com de preparar el sistema informàtic a través de la instal·lació i calibratge del software i el hardware que permetran tenir controlat el funcionament del sistema constantment.

Aquests són uns procediments molt adaptats a cada infraestructura i terminal, i que fan molt difícil el càlcul de la quantitat que necessitaríem de cada un dels elements que formen ambdós sistemes, l'informàtic i l'elèctric. Dins d'aquests elements hi trobem: ordinadors, càmeres de vídeo vigilància, metres i metres de cable, la il·luminació, generadors elèctrics alternatius, etc. Amb l'ajut i consell d'en Robert Kleinschmid una vegada més, vam optar per introduir un preu estàndar extret del que solen costar de promig aquestes dues instal·lacions complertes (sense tenir en compte els sous dels enginyers que hi treballen). El Sr. Kleinschmid em va proporcionar unes xifres basades en una comparació de les diferents obres que l'empresa SRK ja ha efectuat en diferents països arreu del món. Es tracta de dos subsistemes que poden costar de mitjana entre 200 i 500 mil euros cadascun (l'elèctric i l'informàtic), degut a que moltes vegades s'exigeix una predisposició de les característiques de l'edifici on es vol implantar el SATE molt determinades i que exigeixen canvis en la infraestructura interior de la terminal.

Per no trobar-nos amb sorpreses posteriors en realitzar aquest estudi de viabilitat, prendrem la xifra més alta d'aquesta mitjana a l'hora d'analitzar els costos en l'apartat 2.

5.4 Planificació tasques del projecte

En aquest apartat es presenta la planificació del projecte dividida en subsistemes, que alhora estan desglossats segons les diferents activitats i tasques que el formen. La nomenclatura utilitzada és la de "S" pels subsistemes, que estan formats per una sèrie d'activitats denominades amb la lletra "A", i que alhora es desglossen en diferents tasques "T".

S1-ANÀLISI DE RECURSOS I ESTUDI PREVI

A11-ANÀLISI DELS COSTOS I ELS RECURSOS ECONÒMICS

T111-Anàlisi dels recursos econòmics disponibles (pressupost)

T112-Anàlisi dels costos d'implementació del projecte

T113-Estudi dels costos de subcontractació en la implementació

T112-Anàlisi de les previsions de creixement de la demanda en LJU

A12-ESTUDI PRELIMINAR

T121-Requisits inicials

T122-Detecció de les restriccions del projecte SATE i de la capacitat de l'aeroport quant a superfície útil

T123-Identificació de possibles riscos d'implementació

A13 - IDENTIFICAR EQUIP DEL PROJECTE I RECURSOS NECESSARIS.

T131-Definició de l'organigrama del projecte (departaments)

T132 - Identificació dels recursos humans necessaris

T133 - Identificació dels recursos materials necessaris

A14 - PLANIFICACIÓ DE TASQUES

T141 - Definició dels subsistemes i tasques

T142 - Elaboració de la planificació en Project

A15-CONCLUSIONS, ESTIMACIONS I ESTUDI DE VIABILITAT

T151-Gestió de les dades i resultats obtinguts en l'anàlisi

T152-Elaboració de l'anàlisi tècnica

T153-Elaboració de l'anàlisi comercial

S2 -DISSENY I SIMULACIÓ (SRK BHS)

A21- DISSENY DE LA INFRAESTRUCTURA

T211-Disseny dels Check-in - Lector de ID

T212-Disseny dels Lectors d'ID - Filtres de Seguretat

T213-Disseny dels Filtres de Seguretat

T214-Disseny del Circuit de classificació

T215-Disseny del circuit de safates buides

T216-Disseny del circuit per a equipatges especials

T217-Disseny del sistema d'alimentació energètica

A22- DISSENY DEL CENTRE DE CONTROL

T221-Especificació del hardware

T222-Especificació del software

A23 - SIMULACIÓ

T231-Selecció de l'eina de simulació

T232-Definició d'escenaris de simulació

T233-Avaluació d'escenaris

T234-Validació del sistema i elaboració del report de resultats

S3-IMPLEMENTACIÓ (SRK BHS)

A31- PREPARACIÓ DE LA SUPERFÍCIE

A32-IMPLEMENTACIÓ DE LA INFRAESTRUCTURA

T321-Implementació del Nivell 1: Check-in - Lector de ID

T322-Implementació del Nivell 2: Lector d'ID - Filtres de Seguretat

T323-Implementació del Nivell 3: Filtres de Seguretat

T324-Implementació del nivell 4: Circuit de classificació

T325-Implementació del circuit de safates buides

T326-Implementació del circuit per a equipatges especials

T327-Implementació del sistema d'alimentació energètica

S4-TESTEIG

A41-PLANIFICACIÓ DE L'ETAPA DE TESTEIG

T411- Anàlisi del seguiment (Estudi preliminar)

T412- Planificació

A42-CICLE DE PROVES

A43- SEGUIMENT DURANT 3 MESOS

S5- SUPERVISIÓ DE LA CONSTRUCCIÓ DE L'SATE

A51-CONTROL DE QUALITAT

A52-COMPLIMENT DEL TEMPS DE CONSTRUCCIÓ

5.5 Recursos humans del projecte

En aquest apartat anem a especificar els recursos humans necessaris per endegar el projecte plantejat, si després d'aquest estudi s'extragués la conclusió de que aquest és viable. Per entendre l'estructura organitzativa global dels recursos humans que formen part del projecte a continuació es mostra l'organigrama del equip de treball. En l'organigrama que es mostra a continuació s'indiquen els diferents llocs de treball que ocupen cada departament, i també les funcions bàsiques que aquest haurien de realitzar.

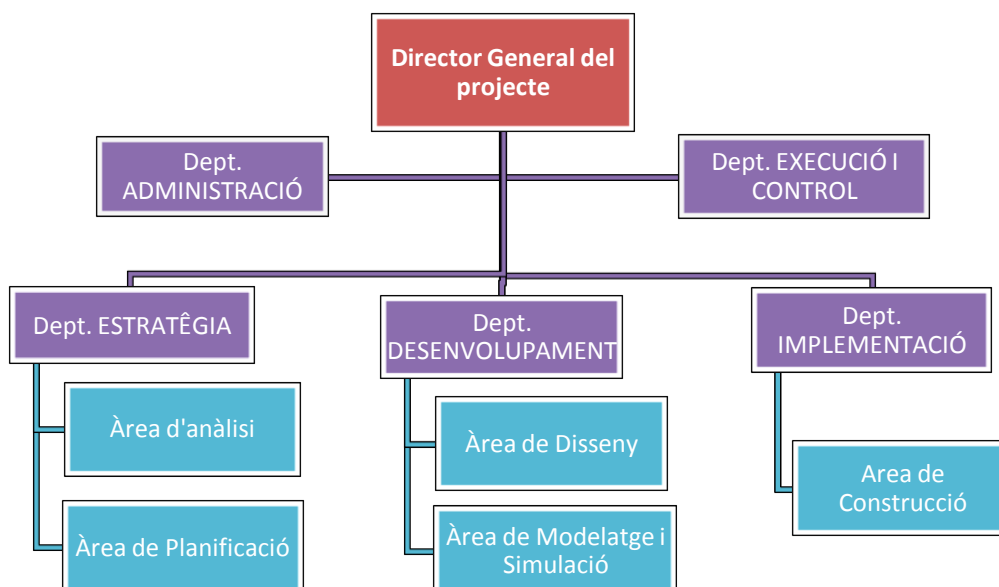


Figura 5.1: Organigrama de l'equip de treball del projecte

DEPARTAMENT D'ESTRATÈGIA

El departament d'estratègia estarà compost per dues àrees, la àrea d'anàlisi i la àrea de planificació. Aquest departament estarà dirigit i gestionat per una persona, que s'encarregarà del bon funcionament de tot el seu departament. Per a això, comptarà amb l'ajuda de dos coordinadors, un de cada àrea.

- **Responsable departament:** La persona que supervisarà que es faci una bona anàlisi i una bona planificació, haurà de controlar que les dues àrees del departament avancen sense cap problema. Les reunions amb els diferents coordinadors de cada àrea seran

importants per conèixer la situació de les activitats que es van executant. A més, aquesta persona haurà de presentar la planificació als altres departaments i controlar, amb l'equip d'execució i control que es van complint els terminis especificats.

L'àrea d'anàlisi comptarà amb un grup de quatre persones, de les quals una assumeix la tasca de coordinació.

- Coordinador: Supervisarà que es produeixi l'obtenció i recollida de dades i la seva posterior anàlisi de forma correcta.
- Ajudants: Com s'ha indicat anteriorment, en aquesta àrea es durà a terme el procés d'obtenció i recollida de dades clau referents a l'aeroport, als passatgers i a les maletes. Partint de les dades d'aquest estudi, es farà una investigació més exhaustiva per acabar d'extreure dades 100% fiables. Totes aquestes dades permetran elaborar un document per a l'avaluació del sistema per part dels dissenyadors, i en segon lloc com a document inicial a tenir en compte per a la definició de tots recursos necessaris.

L'àrea de planificació també comptarà amb:

- Coordinador: El seu dos principals tasca seran les de supervisar l'elaboració de la planificació del projecte i, un cop creat, supervisar que es compleixi.
- Ajudants: S'encarregaran de l'elaboració d'un pla que persegueixi arribar als objectius i resultats plantejats inicialment, complint amb les restriccions de temps, capacitat i economia fixades. (PLA MESTRE)

DEPARTAMENT D'ADMINISTRACIÓ:

Aquest departament s'organitzaria per treballar tots els temes burocràtics i de paperassa que el projecte necessita i / o anirà generant al llarg del seu desenvolupament. Primerament, l'equip d'administració haurà d'escollir i organitzar els recursos humans que prenguessin part en el projecte, escollint el perfil d'empleat idoni per a cada lloc de treball. D'altra banda, part de l'equip anirà destinat a la part de comptabilitat del projecte, analitzant les seves finances i controlant perquè no es disparin els costos. Finalment, tenim l'àrea legal. Al departament administratiu també seria

convenient incloure un o diversos treballadors que s'encarreguin de corroborar que el projecte compleix amb la legislació vigent.

- **Responsable departament:** La persona que supervisarà que l'equip encarregat de les tasques administratives es duguin a terme de manera correcta, haurà de vigilar que les tres àrees del departament avancen sense cap problema. La reunions amb els diferents coordinadors de cada àrea seran importants perquè la informació, ja sigui per a verificar que tot està correcte, o per almar d'algun possible problema en alguna de les àrees, flueix correctament entre els diferents òrgans jeràrquics del projecte fins arribar al director general. Així doncs, aquest lloc de treball requereix també que es mantingui informat al director general del projecte cada moment.

Àrea de RRHH

- **Coordinador RRHH:** Per gestionar els recursos humans del projecte amb una persona tindriem prou. Aquest empleat s'encarregarà de controlar els equips de treball quant a hores d'assistència es refereix, com també de buscar el perfil de treballador apropiat per al lloc de treball en el cas que s'hagi de fer alguna substitució per baixa.

Àrea Financera

- **Coordinador Finances:** Per aquest lloc de treball dins del projecte les tasques que ha de saber fer l'empleat que l'ocupi són les següents: té aportar veritables eines d'ajuda per a la presa de decisions, ja que és el responsable d'analitzar la rendibilitat dels productes . La seva tasca se centra a assegurar els processos pressupostaris i revisions periòdiques, i supervisar les diferents resultats extrets dels càlculs fets pel comptable.
- **Comptable:** Aquest treballador s'encarregués de realitzar les tasques més tècniques de la part de comptabilitat financera del projecte. Assentar les operacions en els llibres de comptabilitat, controlar la facturació i el seguiment de l'ordre de la numeració, confeccionar els rebuts de sous dels empleats, etc.

Àrea Legal:

- **Coordinador àrea legal / advocat:** com a responsable del sub-departament legal és l'encarregat de brindar assessoria en matèria legal als òrgans superiors del projecte,

responsable del resguard i defensa dels interessos institucionals, mitjançant les accions pertinents dins de l'ordenament jurídic vigent.

DEPARTAMENT DE DESENVOLUPAMENT

El departament de desenvolupament estarà compost per dues àrees, la àrea de disseny i la àrea de modulació i simulació. Aquest departament estarà dirigit i gestionat per una persona, que s'encarregarà del bon funcionament de tot el seu departament. Per a això, comptarà amb l'ajuda de dos coordinadors, un per a cada àrea.

- Responsable de departament: Com líder d'aquest equip de projecte, l'encarregat del departament de desenvolupament d'adreçar als enginyers del seu equip aconseguint que aquests treballin en els seus diferents àmbits amb un mateix objectiu. Els diferents dissenys que calen realitzar (elèctric, infraestructura, centre control, etc) han d'obeir a un patró conjunt perquè el resultat sigui, com ja s'ha comentat cohesionat.

L'àrea de disseny va comptar amb un grup de set persones, de les quals una, va assumir la tasca de coordinació.

- Coordinador: La tasca a realitzar pel coordinador és de vital importància. Es tracta de dissenyar una gran infraestructura en diferents mòduls i per diferents dissenyadors, la seva gran responsabilitat serà aconseguir que, tot i la subdivisió de tasques, el disseny conjunt sigui coherent i estigui perfectament cohesionat.
- Dissenyadors: Realitzar totes les tasca pertanyents al subsistema de disseny, és a dir, realitzar el disseny del Sistema Automatitzat de Transport d'Equipatges.

L'àrea de modulació i simulació va a disposar d'un grup de tres persones, de les quals una, va assumir la tasca de coordinació esmentada anteriorment.

- Coordinador: Com el seu company de coordinació de disseny, va tenir la responsabilitat d'aconseguir, tot i la subdivisió de tasques i de persones, una simulació correcta i coherent al disseny realitzat per l'àrea de disseny.

- Tècnics: Realitzar l'abstracció de dades del disseny per a poder realitzar un model fiable i una posterior simulació d'acord a les activitats, tasques i subtasques prèviament definides per aquest subsistema.

DEPARTAMENT IMPLEMENTACIÓ

A l'estar parlant d'una maniobra d'*Outsourcing* per a la realització de tota la implementació material del nou SATE, les úniques activitats que s'haurien de dur a terme en aquest punt de l'evolució del projecte serien les de triar una empresa que dugui a terme la construcció del sistema, i inspeccionar i revisar que l'empresa contractada realitza el seu treball de la manera desitjada per l'aeroport. En aquest cas en particular de l'aeroport de Ljubljana, l'empresa *Aerodrom* ja compta amb un contracte de cooperació per a aquest tipus de projecte. L'empresa encarregada d'instal·lar i calibrar els nous elements del BHS seria la ja presentada anteriorment *SRK Baggage Handling Systems GMBH*.

- Supervisors: Caldrien persones encarregades del subsistema d'implementació, que informaran als estaments superiors d'execució / control i director general de com va progressant la construcció del sistema. Aquest equip no prendrà decisions de possibles canvis en la implementació sense el consentiment d'aquests òrgans superiors. Seria convenient que fossin treballadors amb un lloc de pes a l'empresa (projecte), que coneguin bé les diferents àrees d'aquest per poder valorar les obres que s'estan fent.
- Tècnics: construcció del sistema seguint el disseny del model prèviament definides per aquest subsistema.

DEPARTAMENT D'EXECUCIÓ I CONTROL

Aquest departament necessita d'un equip compost per quatre persones dirigides pel responsable del departament que treballin per supervisar amb el director general del projecte, com ja s'ha comentat, la correcta planificació i execució d'aquesta, així com realitzar les proves de testeig al final del projecte per comprovar el perfecte funcionament del sistema en la seva plenitud. Direm doncs que, bàsicament, és un òrgan del projecte creat per donar un cop mà a la direcció general en les activitats de supervisió al llarg del projecte.

- **Responsable departament:** La persona que dirigeixi l'equip encarregat de l'execució i el control de controlar que el seu equip respon a les expectatives marcades per òrgans superiors (Director general), supervisant les diferents tasques i informes que els tècnics li proporcionin. Una altra funció que comporta aquest càrrec és la d'estar en constant contacte amb el director general del projecte per informar de com es va desenvolupant cadascuna de les tasques del projecte, i dels possibles problemes que es puguin donar.
- **Tres supervisors:** Un per a cada àrea funcional (estratègia i planificació, desenvolupament, implementació,), tindrem a tres persones encarregades de realitzar un seguiment del departament al qual siguin assignats. És a dir, cada supervisor estarà sempre en contacte amb el responsable de l'àrea a la qual supervisa, per poder contrastar que s'està duent a terme una bona feina en cada fase del projecte.

Finalment, aquest equip hauria de treballar de manera conjunta en la fase de testeig. En aquesta última fase del projecte, els supervisors treballaran amb membres de ambdues empreses implicades per corroborar la bona execució del projecte.

A continuació es mostra l'esquema de treballadors que hi haurà exactament per cada departament, en total el projecte el formaran **26 treballadors**, des del director que és la figura més important i que representa a tot l'equip de treball, fins als becaris que duren a terme les tasques més laborioses i de menys responsabilitat de cada departament.

1. Director projecte

- D1-Director

2. Departament d'administració

- R2-Responsable del departament

2.1-Recursos humans

- C21-Coordinador RRHH

2.2-Legal

- C22-Coordinador legal

2.3-Financer

- C23-Coordinador financer
- BEC23-Becari financer

3. Departament d'execució i control

- R3-Responsable d'execució i control
- R4-Supervisor departament d'estratègia
- R5-Supervisor departament de desenvolupament
- R6-Supervisor departament d'implementació

4. Departament d'estratègia i planificació

- R4-Responsable departament d'estratègia
- C41-Coordinador d'anàlisi
- ENG41-Enginyer d'anàlisi
- ENG42-Enginyer d'anàlisi
- BEC41-Becari d'anàlisi

5. Departament de desenvolupament

- R5-Responsable departament de desenvolupament
- C51-Coordinador de disseny
- ENG51-Enginyer de disseny
- ENG52-Enginyer de disseny
- ENG53-Enginyer de disseny
- ENG54-Enginyer de disseny
- BEC51-Becari de disseny

6. Departament d'implementació

- R6-Responsable departament d'implementació
- C61-Coordinador d'Implementació
- ENG61-Enginyer d'Implementació
- ENG62-Enginyer d'Implementació
- ENG63-Enginyer d'Implementació
- ENG64-Enginyer d'Implementació
- BEC61-Becari d'Implementació

5.6 Calendari previsible (incloent tasques principals)

Aquí es recull la informació fonamental per entendre el calendari del projecte. Primer de tot cal decidir una data d'inici, i en el cas del nostre aeroport cal mirar molt meticulosament quan s'hauria d'endegar aquest projecte per tal d'influir el menys possible en el tràfic aeri, ja que el sistema de tractament d'equipatges d'una de les dues àrees (A o B), hauria de ser capaç de suportar el volum de maletes de tots els passatgers mentre es fa la remodelació presentada a l'altra àrea. Per trobar aquesta data clau, es va fer una recopilació d'informació provinent dels informes anuals del aeroport, per veure quin era el mes de l'any en que aquest sol tenir menys tràfic. Els mesos on hi ha menys volum de passatgers són els de gener, febrer i març, per la qual cosa la data d'inici escollida és el dimarts 7 de gener del 2014, aconseguint així que es comenci la construcció (posterior a l'etapa d'anàlisi)pels inicis de març. Tot això es pot veure desglossat a continuació en la Taula 5.1, i molt més gràficament en el diagrama de Gantt presentat en la figura 5.2.

NOM DE LA TASCA	DURACIÓ	Data inici	Data fi
Remodelació SATE Ljubljana	146 días	mar 07/01/14	mar 29/07/14
S1-ANÀLISI DE RECURSOS I ESTUDI PREVI	26 días	mar 07/01/14	mar 11/02/14
A11-ANÀLISI DELS COSTOS I ELS RECURSOS ECONÒMICS	8 días	mar 07/01/14	jue 16/01/14
T111-Anàlisi dels recursos econòmics disponibles (pressupost)	2 días	mar 07/01/14	mié 08/01/14
T112-Anàlisi dels costos d'implementació del projecte	2 días	jue 09/01/14	vie 10/01/14
T113-Estudi dels costos de subcontractació en la implementació	2 días	lun 13/01/14	mar 14/01/14
T112-Anàlisi de les previsions de creixement de la demanda en LJU	2 días	mié 15/01/14	jue 16/01/14
A12-ESTUDI PRELIMINAR	3 días	vie 17/01/14	mar 21/01/14
T121-Requisits inicials	2 días	vie 17/01/14	lun 20/01/14
T122-Detecció de les restriccions de superfície	3 días	vie 17/01/14	mar 21/01/14
T123-Identificació de possibles riscos d'implementació	3 días	vie 17/01/14	mar 21/01/14
A13 - IDENTIFICAR EQUIP DEL PROJECTE I RECURSOS NECESSARIS.	2 días	mié 22/01/14	jue 23/01/14
T131-Definició de l'organigrama del projecte (departaments)	2 días	mié 22/01/14	jue 23/01/14
T132 - Identificació dels recursos humans necessaris	2 días	mié 22/01/14	jue 23/01/14
T133 - Identificació dels recursos materials necessaris	2 días	mié 22/01/14	jue 23/01/14
A14 - PLANIFICACIÓ DE TASQUES	7 días	vie 24/01/14	lun 03/02/14
T141 - Definició dels subsistemes i tasques	5 días	vie 24/01/14	jue 30/01/14
T142 - Elaboració de la planificació en Project	2 días	vie 31/01/14	lun 03/02/14
A15-CONCLUSIONS, ESTIMACIONS I ESTUDI DE VIABILITAT	6 días	mar 04/02/14	mar 11/02/14
T151-Gestió de les dades i resultats obtinguts en l'anàlisi	4 días	mar 04/02/14	vie 07/02/14
T152-Elaboració de l'anàlisi tècnica	2 días	lun 10/02/14	mar 11/02/14
T153-Elaboració de l'anàlisi comerca	2 días	lun 10/02/14	mar 11/02/14

ESTUDI DE VIABILITAT PER LA REMODELACIÓ DEL SISTEMA DE TRACTAMENT D'EQUIPATGES DE L'AEROPORT DE LJUBLJANA

Capítol 5 - Descripció del SATE actual de l'aeroport Jože Pučnik

Marcel Hidalgo Sabatés

S2 -DISSENY I SIMULACIÓ (SRK BHS)	14 días	mié 12/02/14	mié 05/03/14
A21- DISSENY DE LA INFRAESTRUCTURA	5 días	mié 12/02/14	mar 18/02/14
T211-Disseny dels Check-in - Lector de ID	5 días	mié 12/02/14	mar 18/02/14
T212-Disseny dels Lectors d'ID	5 días	mié 12/02/14	mar 18/02/14
T213-Disseny dels Filtres de Seguretat	5 días	mié 12/02/14	mar 18/02/14
T214-Disseny del Circuit de classificació	5 días	mié 12/02/14	mar 18/02/14
T215-Disseny del circuit de safates buides	5 días	mié 12/02/14	mar 18/02/14
T216-Disseny del circuit per a equipatges especials	5 días	mié 12/02/14	mar 18/02/14
T217-Disseny del sistema d'alimentació energètica	5 días	mié 12/02/14	mar 18/02/14
A22- DISSENY DEL CENTRE DE CONTROL	2 días	mié 19/02/14	vie 21/02/14
T221-Especificació del hardware	2 días	mié 19/02/14	vie 21/02/14
T222-Especificació del software	2 días	mié 19/02/14	vie 21/02/14
A23-SIMULACIÓN	7 días	lun 24/02/14	mié 05/03/14
T231-Selecció de l'eina de simulació	1 día	lun 24/02/14	lun 24/02/14
T232-Definició d'escenaris de simulació	1 día	lun 24/02/14	lun 24/02/14
T233-Avaluació d'escenaris	1 días	mar 25/02/14	mié 26/02/14
T234-Validació del sistema i elaboració del report de resultats	5 días	jue 27/02/14	mié 05/03/14
S3-IMPLEMENTACIÓ (SRK BHS)	17 días	jue 06/03/14	mar 01/04/14
A31-PREPARACIÓ DE LA SUPERFÍCIE	3 días	jue 06/03/14	lun 10/03/14
A32-IMPLEMENTACIÓ DE LA INFRAESTRUCTURA	19 días	jue 06/03/14	mar 01/04/14
T321-Implementació del Nivell 1: Check-in - Lector de ID	5 días	mar 11/03/14	mié 19/03/14
T322-Implementació del Nivell 2: Lector d'ID	3 días	jue 20/03/14	lun 24/03/14
T323-Implementació del Nivell 3: Filtres de Seguretat	3 días	mar 25/03/14	jue 27/03/14
T324-Implementació del nivell 4: Circuit de classificació	3 días	vie 28/03/14	mar 01/04/14
T325-Implementació del circuit de safates buides	2 días	vie 28/03/14	lun 31/03/14
T326-Implementació del circuit per a equipatges especials	2 días	vie 28/03/14	lun 31/03/14
T327-Implementació del sistema d'alimentació energètica i informàtic	7 días	jue 06/03/14	vie 14/03/14
S4-TESTEIG	101 días	mar 11/03/14	mar 29/07/14
A41-PLANIFICACIÓ DE L'ETAPA DE TESTEIG	15 días	mar 11/03/14	lun 31/03/14
T411- Anàlisi del seguiment (Estudi preliminar)	15 días	mar 11/03/14	lun 31/03/14
T412- Planificació	2 días	lun 17/03/14	mar 18/03/14
A42-CICLE DE PROVES	5 días	mié 19/03/14	mar 25/03/14
A43- SEGUIMENT DURANT 3 MESOS	90 días	mié 26/03/14	mar 29/07/14
S5- SUPERVISIÓ DE LA CONSTRUCCIÓ DE L'SATE	15 días	mar 11/03/14	lun 31/03/14
A51-CONTROL DE QUALITAT	15 días	mar 11/03/14	lun 31/03/14
A52-COMPLIMENT DEL TEMPS DE CONSTRUCCIÓ	15 días	mar 11/03/14	lun 31/03/14

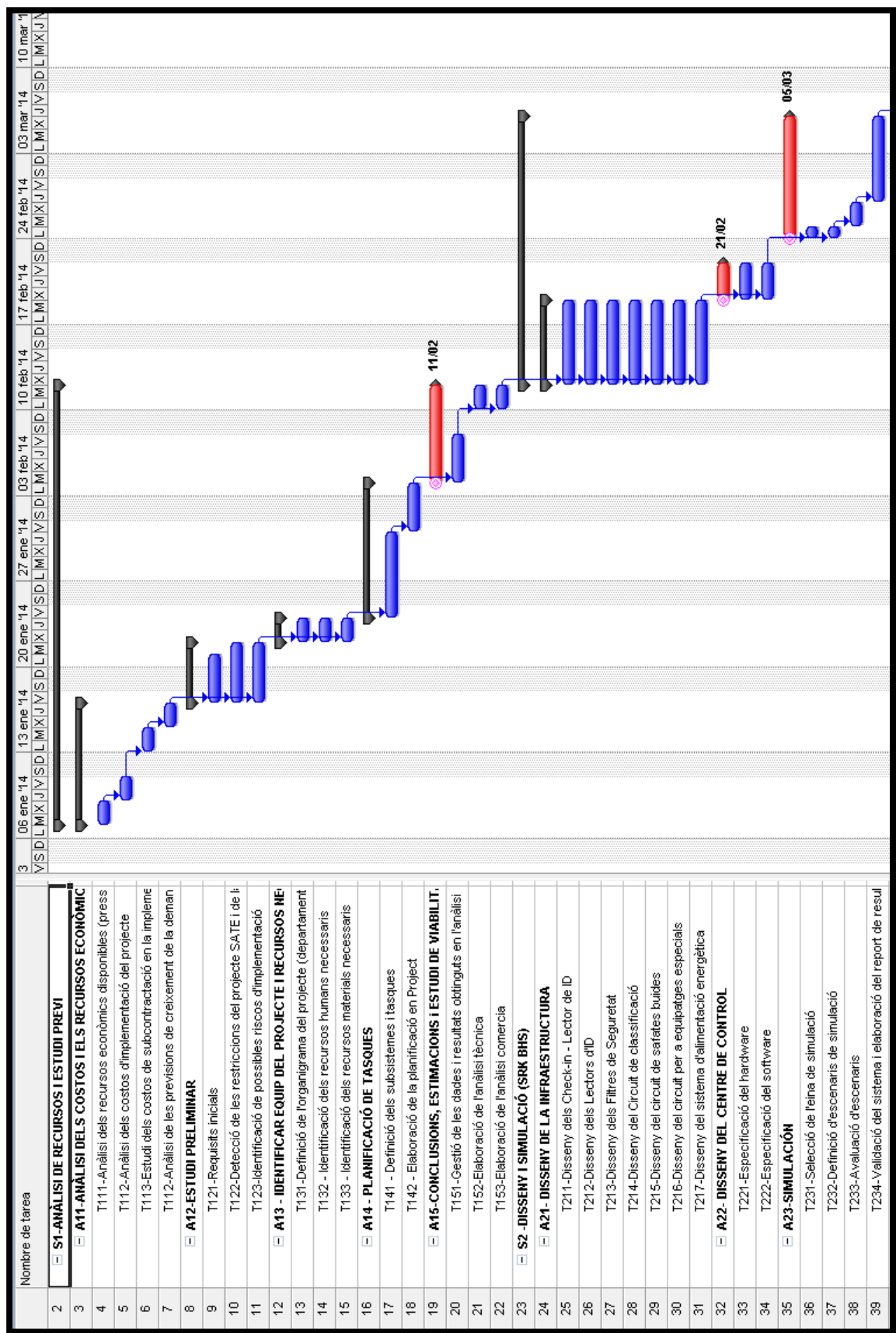
Taula 5.1: Duració dels subsistemes, activitats i tasques del projecte

Com podem observar, el projecte duraria un total de 146 dies, termini establert amb un període de marge en el cas de que hi hagués algun imprevist. L'etapa d'anàlisi i la de testeig fan que el projecte sembli més llarg del que en realitat és. En primer lloc, perquè per arribar a extreure aquest estudi de viabilitat ja s'ha hagut de fer una recerca d'informació important i un posterior anàlisi que hem inclòs en la totalitat del projecte. De totes maneres caldria refer aquest subsistema per tal d'aconseguir un anàlisi més exhaustiu i detallat. En segon lloc, l'etapa de testeig inclou una activitat anomenada "SEGUIMENT DE 3 MESOS", i esta programada per a que duri exactament això. Si us fixeu en la segona part de la Figura 4.1, veureu com la barra que representa la durada de l'a A43 queda tallada, això és perquè durant l'elaboració del Diagrama de Gantt mitjançant *Microsoft Project 2007* li vam assignar una durada de 90 dies.

Si ens centrem en les activitats que podrien suposar conseqüències negatives per a l'absorció de tot el tràfic aeri en l'aeroport, veiem com els subsistemes de Disseny i Simulació i el de Implementació sumen un total de 31 dies, exactament el temps fixat com a objectiu per a la implementació dels nous elements del SATE.

ESTUDI DE VIABILITAT PER LA REMODELACIÓ DEL SISTEMA DE TRACTAMENT D'EQUIPATGES DE L'AEROPORT DE LJUBLJANA

Capítol 5 - Descripció del SATE actual de l'aeroport Jože Pučnik
Marcel Hidalgo Sabatés



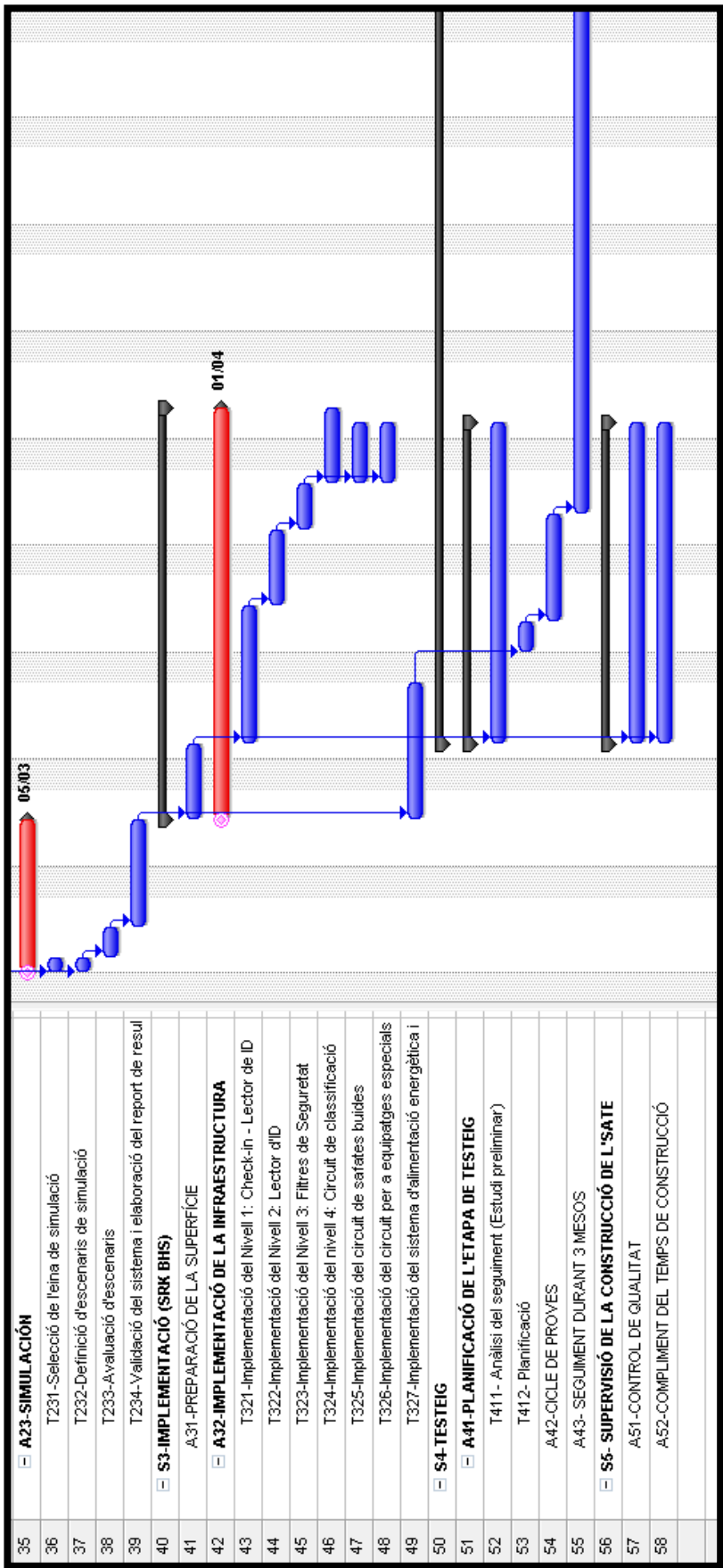


Figura 5.2:

Diagrama de Gantt del
projecte elaborat amb
Microsoft Project 2007

5.7 Comparació d'alternatives

A continuació es presenten les diferents possibilitats que podrien arribar a resoldre el problema que un SATE resol, i que són alternatives que cal valorar abans de decidir tirar endavant amb el projecte que aquest document presenta.

- Com a primera alternativa es proposa és seguir amb el sistema estàtic de transport d'equipatges, en el qual sigui necessari establir connexions directes entre els diferents punts de l'aeroport. Si bé aquest sistema seria tecnològicament menys complex, aquesta manca de tecnologia suposaria haver d'augmentar la plantilla de treballadors (treballadors amb tasques molt concretes) encarregats de la gestió el que faria augmentar altament els costos operatius de l'aeroport. A més aquest fet podria fer disminuir l'eficàcia i el control dels processos, que com consegüent farien disminuir l'eficiència del sistema.
- Com a segona i última alternativa, es podria optar per implementar el sistema de gestió d'equipatges SATE a únicament una fracció de l'aeroport, preferiblement a la zona on es concentri el major volum de trànsit internacional. En el cas de l'aeroport de Ljubljana, el procés de classificació dels equipatges pels vols de sortida és el que més necessitaria. Per tant, reservàriem el sistema SATE per aquestes zones i instal·laríem un sistema senzill i estàtic que gestionaria els equipatges dels vols regionals. Un cop més, i vistos els costos i les conseqüències d'aquesta alternativa es va optar per declarar-la poc viable.
En primer lloc, el fet de tenir dos sistemes diferenciats suposa augmentar la complexitat de la gestió d'aquests sistemes, ja que es perd la integritat en un únic sistema i per tant es perd aquesta eficiència perseguida. En segon lloc es presenta el fet que gran part dels costos d'implementació del SATE poden ser independents a la mida d'aquest, de manera que els costos no disminuiran a la meitat si es crea una infraestructura amb la meitat de recursos i grandària.
- La opció de construir una nova terminal. Un problema generalitzat amb què es troben els aeroports, és la manca de terreny útil que faciliti l'expansió de la capacitat aeroportuària o la creació. Alguns aeroports importants Europeus com el de London Heathrow o al Charles de Gaulle de Paris es troben en una fase de creixement estancat, motivat per la manca de

terreny construïble a les zones metropolitanes de les respectives ciutats. Això fa que un dels objectius es persegueix als aeroports sigui la reducció de l'espai necessari per al desenvolupament de cada procés. D'acord amb aquesta estratègia, i com ja s'ha comentat, un dels objectius del sistema SATE és la reducció de la superfície necessària per al transport d'equipatges (fins a un 60% inferior) amb el que aquesta superfície restant podria ser utilitzada per augmentar la capacitat de l'aeroport.

Durant el procés d'investigació realitzat per l'elaboració d'aquest document, ens vam trobar amb la sobtada notícia de que el projecte que el govern eslovè i *Aerodrom Ljubljana* tenen en ment, segons les expectatives de creixement de tràfic aeri en aquest aeroport, és el de construir una nova terminal degut a que la ja existent no gaudeix de suficient capacitat per abastar-lo. Al sistema que ha de ser capaç de coordinar processos amb persones, equipatges i màquines per absorbir aquest tràfic futur li costaria molt adaptar-se a les dimensions de la terminal actual, i es podria arribar ràpidament a un estancament de creixement.

Per veure informació sobre el projecte d'expansió mitjançant la construcció de la Terminal 2 a l'aeroport Jože Pučnik veure annexos del CD.

5.8 Factors d'incertesa i riscos del projecte

La primera i gran restricció, ja comentada anteriorment, és la dificultat que suposa reformar el SATE en un aeroport que no sigui de nova construcció, ja que afectaria de forma molt important al funcionament del mateix aeroport. És important destacar que resultaria extremadament difícil implementar el sistema per etapes ja que tots dos sistemes (el nou i l'actual) haurien coexistir durant un període de temps considerable, el que conduiria a una situació caòtica. Per sort, l'aeroport de Ljubljana compta, com ja hem explicat en el capítol anterior, amb dos àrees destinades al tractament de maletes, cosa que facilita les coses a l'hora de posar-se a construir un nou sistema sense haver de parar el tràfic aeri completament.

Existeix també, la restricció de la inversió que suposa la implementació d'un Sistema Automatitzat de Tractament d'Equipatges. Per poder cobrir aquesta inversió, l'aeroport on s'aplica ha de tenir o predir tenir un trànsit de passatgers que mereixi aquesta inversió. Es tracta d'un sistema molt complex que pot reportar molts beneficis en un aeroport o una terminal amb molts passatgers a

l'any, però que pot ser desaprofitada completament si no hi ha un mínim de participants. És per això que hem presentat unes expectatives de creixement positives que, molt probablement es donin en un futur.

Com s'ha informat anteriorment, BHS utilitza els escàners situats al llarg dels circuits que llegeixen i monitoritzen de forma automàtica la informació de cada equipatge per radiofreqüència i permet un gran control sobre els equipatges. Una restricció i limitació que es pot produir és que l'equipatge no porti, perdi o s'extravii la informació que és llegida per els escàners, o que aquest últim, no pogués llegir aquesta informació. Aquest equipatge no podria ser trasllat correctament al seu objectiu final en el temps requerit i no arribar a l'usuari final en la seva destinació.

Durant un projecte d'aquesta envergadura hi ha la possibilitat, molt elevada, que puguin sorgir al llarg del desenvolupament alguns problemes o inconvenients que resoldre. Aquests problemes poden, en la seva gran majoria, suposar uns costos en temps i diners que s'han de tenir en compte. Minimitzar aquests problemes a llarg del projecte detectant el més ràpid possible serà fonamental. Alguns dels riscos més elevats durant el projecte són els següents:

- **Anàlisi incorrecte:** hauria la possibilitat que les dades que ens proporcionés l'aeroport per poder dur a terme l'anàlisi no resulten ser els correctes al final del disseny. La presentació d'aquestes dades no es realitza un cop finalitzat l'aeroport, es realitza durant dit la construcció del mateix. De la mateixa manera que en aquest projecte, poden sorgir problemes i haver de modificar alguns aspectes de la planificació inicial. Pot ser, llavors, que en qualsevol moment del projecte ens trobem amb la dificultat del canvi d'alguns aspectes inicials. Aconseguir detectar com més aviat és primordial, ja que realitzarem menys etapes amb aquests errors.
- **Disseny incorrecte:** Pel motiu anterior, o per un error propi, cap la possibilitat que petits elements del disseny es realitzin de forma incorrecta. No parlem d'una gran error estructural però si de petits errors que obliguen a modificar lleugerament el disseny al llarg del transcurs del projecte. Com en l'anterior, detectar aquests errors amb la major rapidesa possible comportarà a reduir els possibles augments de pressupost o de temps de realització.

- **Mala implementació:** Encara que ens trobem en la part final del projecte i els petits errors no es multipliquin com en el inici, tots els errors compten per no complir amb terminis i costos. Haver de corregir un error en la implementació resultarà costós en termes de temps i diners. Seguir el disseny al peu de la lletra i dur a terme un bon control i supervisió per part dels responsables serà indispensable per reduir al màxim aquest risc.
- **Errors en el testeig:** Com totes les etapes, importantíssimes, cal fer aquesta de la millor manera possible. Trobar i reparar els possibles errors del sistema és imprescindible perquè aquests no es produeixin amb l'aeroport en marxa. És el moment de produir tots els errors possibles i, per això, cal provar totes les situacions possibles que es poden produir amb l'aeroport en funcionament. No trobar en un possible error en aquesta etapa podria significar el col·lapse d'un aeroport, per això és de vital importància realitzar l'etapa de la millor manera possible.
- **Risc d'estancament:** Que el projecte sembli viable a priori no vol dir que ho acabi sent a llarg plaç. I no parlem de rendibilitat econòmica (en propers apartats veure-ho que l'aeroport podria fer front a aquesta inversió perfectament), ens referim a una rendibilitat de rendiment previst per a un futur a llarg termini.

5.9 Cost del projecte

Durant els últims anys, i en part agreujat per la situació econòmica de crisi mundial que viu el planeta, la reducció de costos es posiciona com un punt vital per a qualsevol organització o infraestructura. Tant és així, que els costos són en la majoria de casos el factor decisiu a l'hora de definir i implementar les estratègies empresarials i els objectius de l'organització.

En un aeroport, la reducció de costos pot venir donada per diverses estratègies d'ajust i control, com ara la reducció de personal o l'optimització dels diversos processos vitals que es donen en aquest tipus d'infraestructura. Per tant, les estratègies organitzatives d'un aeroport estaran enfocades a l'augment de l'eficiència dels recursos i els processos.

La introducció d'un sistema de tractament automatitzat d'equipatges SATE, com ja s'ha comentat anteriorment, neix amb l'objectiu d'augmentar l'eficiència del transport d'equipatges des del *check-in* fins als molls de càrrega, disminuint la càrrega de tasques manuals i augmentant la mecanització del procés. D'aquesta manera, els objectius que persegueix el sistema SATE són compartits per les estratègies empresarials existents als aeroports, amb el fet d'introduir aquesta tecnologia, suposa complir amb els objectius i estratègies definits per l'aeroport.

En aquest apartat es recopilen els costos de la infraestructura i dels recursos humans del projecte per tal d'extreure'n un pressupost final. Comencem pels costos dels recursos humans, que s'han extret després de fer l'assignació dels RRHH esmentats en l'apartat 5.5 d'aquest capítol, als diferents subsistemes del projecte (apartat 5.4). Veiem la taula 5.2.

Nom del Subsistema	Cost Total
S1-ANÀLISI DE RECURSOS I ESTUDI PREVI	56.160,00 €
S2 -DISSENY I SIMULACIÓ (SRK BHS)	62.080,00 €
S3-IMPLEMENTACIÓ (SRK BHS)	69.920,00 €
S4-TESTEIG	143.800,00 €
S5- SUPERVISIÓ DE LA CONSTRUCCIÓ DE L'SATE	43.200,00 €
COST TOTAL RRHH per la Remodelació SATE Ljubljana	375.160,00 €

Taula 5.2: Cost dels RRHH del projecte

Per al cost dels nous elements que s'afegiran al sistema de tractament de maletes, hem seguit la informació expressada en l'apartat 5.3 que recollim a la taula 5.3 a continuació:

Concepte	Quantitat	Preu/unitari	Preu total
Mostradors de check-in		15.000,00 €	-
Impressores	12	3.000,00 €	36.000,00 €
metres cinta transportadora	175	1.200,00 €	210.000,00 €
Hipòdroms recol·lectors (SRK-Race Track GL100):	1	21.000,00 €	21.000,00 €
Braços mecànics desviadors	6	8.000,00 €	48.000,00 €
Lectors de codis de RFID <i>SICK</i> RFU63x	6	43.500,00 €	261.000,00 €
Antenes de captació de senyal de radiofreqüència	10	2.000,00 €	20.000,00 €
metres de cintes de bifurcació (Preu unitari x cada 5 metres)	50	12.000,00 €	600.000,00 €
Màquines de raig X <i>Smiths Heimann HI-SCAN 7555i</i>	2	48.000,00 €	96.000,00 €
Hipòdroms de recollida d'equipatges (SRK-Race Track RS25)	2	18.000,00 €	36.000,00 €
Instal·lació informàtica			500.000,00 €
Instal·lació elèctrica			500.000,00 €
TOTAL.....	2.328.000,00 €

Taula 5.3: Costos d'infraestructura

Si sumem ambdós pressupostos per obtenir una xifra més general de la inversió que suposaria el projecte, en surt un total de **2.703.160 €**. Cal mencionar, després de veure aquesta xifra, que caldria afegir un tercer conjunt de costos que tenen a veure amb la preparació de la terminal per admetre tots aquests elements tecnològics, i que com que es tracten de fer una reestructuració de l'interior de la terminal eren molt complicats de plasmar en aquest estudi. Molt probablement a la terminal 1 no li calgui permisos d'obra per modificar lo que és l'estructura exterior del edifici, simplement amb una re col·locació dels elements i unió de ambdues àrees hi hauria prou per fer-hi cabre tots aquests elements. Sigui com sigui, reiterem que el cost final del projecte no ve donat només per la suma dels costos d'infraestructura i de recursos humans del projecte, sinó que caldria afegir-hi els de la remodelació de la terminal per poder-hi adaptar el nou SATE. Segurament, això faria que la inversió arribés a sobrepassar els **3 milions d'euros**.

5.10 Estudi de rendibilitat

Com ja s'ha comentat en l'apartat anterior 5.2 que explica els objectius, la rendibilitat d'aquest projecte ve donada per la capacitat que tingui de millorar l'eficàcia en el tractament de maletes. El major grau d'automatització que s'aconseguirà amb aquest sistema permetrà reduir notablement la taxa d'equipatges extraviats, amb el que millorés aspectes de la infraestructura com són la qualitat o la valoració de les instal·lacions, el que comporta una tendència per part dels passatgers a utilitzar aeroports que incloguin sistema tecnificats com SATE. De manera indirecta, les línies aèries que operin en aquest tipus d'aeroport es veuran beneficiades per aquesta positiva valoració de la infraestructura. En definitiva, el sistema SATE, no millora únicament aspectes tècnics de la infraestructura (eficiència, costos etc.) Sinó que augmenta la valoració d'altres aspectes de l'organització (comoditat, facilitat, rapidesa).

De totes maneres, no es pot donar valor a tots aquests indicadors fins que no estigui el sistema en funcionament, per tant aquí ens limitarem a incloure la rendibilitat financera. Per fer-ho hem volgut incloure dos escenaris. En el primer hem extret la mitjana de beneficis que ha tingut anualment l'aeroport des del inici de segle fins l'actualitat, mentre que en el segon hem extret la mateixa mitjana però amb les dades hipotètiques presentades en el últim apartat del capítol 4. Així doncs, els resultats són els següents:

PRIMER ESCENARI (AMB CRISI ECONÒMICA INCLOSA)

Cost total del projecte: **≈ 3.000.000,00 €**

Mitjana de benefici anual dels anys 2000 al 2012: **7.517.028,46 €**

7.517.028,46 € / 12 mesos = 626.419,04 € al mes de mitjana.

3.000.000,00 € / 626.419,04 € al mes = **4,7 mesos**

Amb gairebé 5 mesos la companyia tindria amortitzada la inversió.

SEGON ESCENARI (AMB DADES HIPOTÈTIQUES DE CREIXEMENT POSITIU)

Cost total del projecte: **≈ 3.000.000,00 €**

Mitjana de benefici anual dels anys 2000 al 2012: **12.493.194,24 €**

$12.493.194,24 \text{ €} / 12 \text{ mesos} = 1.041.099,52 \text{ € al mes de mitjana.}$

$3.000.000,00 \text{ €} / 1.041.099,52 \text{ € al mes} = \mathbf{2,9 \text{ mesos}}$

Amb gairebé 3 mesos la companyia tindria amortitzada la inversió.

Amb l'afegit que sovint, per a aquest tipus d'inversions, les empreses gestores de l'aeroport acaben pactant un cofinançament amb l'estat del país corresponent, podem afirmar que un projecte d'aquesta envergadura o similar per qualsevol aeroport, no suposa un desembors tan gran per la companyia que es plantegi dur-lo a terme.

Aquesta i més conclusions, es troben expressades en el següent i últim capítol d'aquest treball.

Capítol 6

CONCLUSIONS

Arribats a aquest punt del treball, ja hem tractat les suficients dades que necessitàvem procesar per obtenir una informació útil, la informació que ens permetrà extreure unes conclusions vàlides per aquest projecte centrat en l'aeroport internacional d'Eslovènia, com per altres aeroports que es trobin en una situació similar.

En general podem afirmar que s'han complert els objectius fixats al inici del treball, ja que hem pogut extreure la conclusió bàsica de quan costaria més o menys fer una remodelació d'un SATE amb un grau d'automatització baix, particularment en el de Ljubljana en aquest cas, i hem comprovat que no suposa una xifra monetària estratosfèrica per la qual la companyia que ho vol dur a terme (Aerodrom Ljubljana) s'hagi d'endeutar.

A més a més, hem pogut entendre quins són els riscos que es corren a l'hora d'implementar aquests sistemes en terminals que ja compten amb algun tipus de sistema similar. I és que no només requereix una inversió de milions d'euros, sinó que existeixen més handicaps que en algun moment donat poden impedir a un aeroport seguir creixent i millorant via la implementació d'un SATE amb un nivell d'automatització de gairebé el 100%.

Tot això i més es recull explicat més detalladament en aquest capítol:

6.1 Conclusions del TFG centrat en l'aeroport "Jože Pučnik"

Remodelar el sistema de tractament d'equipatges existent actualment no suposaria una forta inversió per *Aerodrom Ljubljana*, empresa gestora d'aquest aeroport, ja que els seus beneficis anuals en temps de crisi sobrepassen un 353% el valor de la inversió.

La part negativa del projecte és el risc que es corre que l'aeroport es trobi en una fase de creixement estancat, degut a que s'ha confiat en una remodelació del sistema adaptada a una superfície delimitada i no es pot oferir més oferta a l'usuari. Per entendre-ho millor, Ljubljana es podria permetre aquesta inversió, però seria pensant en el creixement de volum del trànsit previst a curt termini (3 o 4 anys). A més, seria un projecte restringit a un espai de la terminal, que per molt que es pogués adaptar, acabaria sent insuficient atesa la taxa de creixement del nombre de passatgers a llarg termini.

Es fàcil d'entendre, però, que quan l'aeroport va ser construït a inicis els anys 60, no es va preveure que algun dia el volum de passatgers, la influència del trànsit aeri internacional i les tecnologies avançarien fins a l'extrem de poder arribar a tractar els milers de maletes diàries mitjançant únicament màquines.

Per no caure en el parany de no tenir en compte els canvis que es poden produir en el món del transport aeri, *Aerodrom Ljubljana* i altres aeroports opten per fer una nova terminal. És aquesta bona previsió del mercat el que pot fer decidir a una empresa que gestiona un aeroport planejar i implementar un SATE en el seu grau màxim d'automatització.

Es podria resumir la viabilitat de d'aquest projecte recollint els seu pros i contres en un gràfic d'anàlisi DAFO com el que mostra la Figura 6.1.

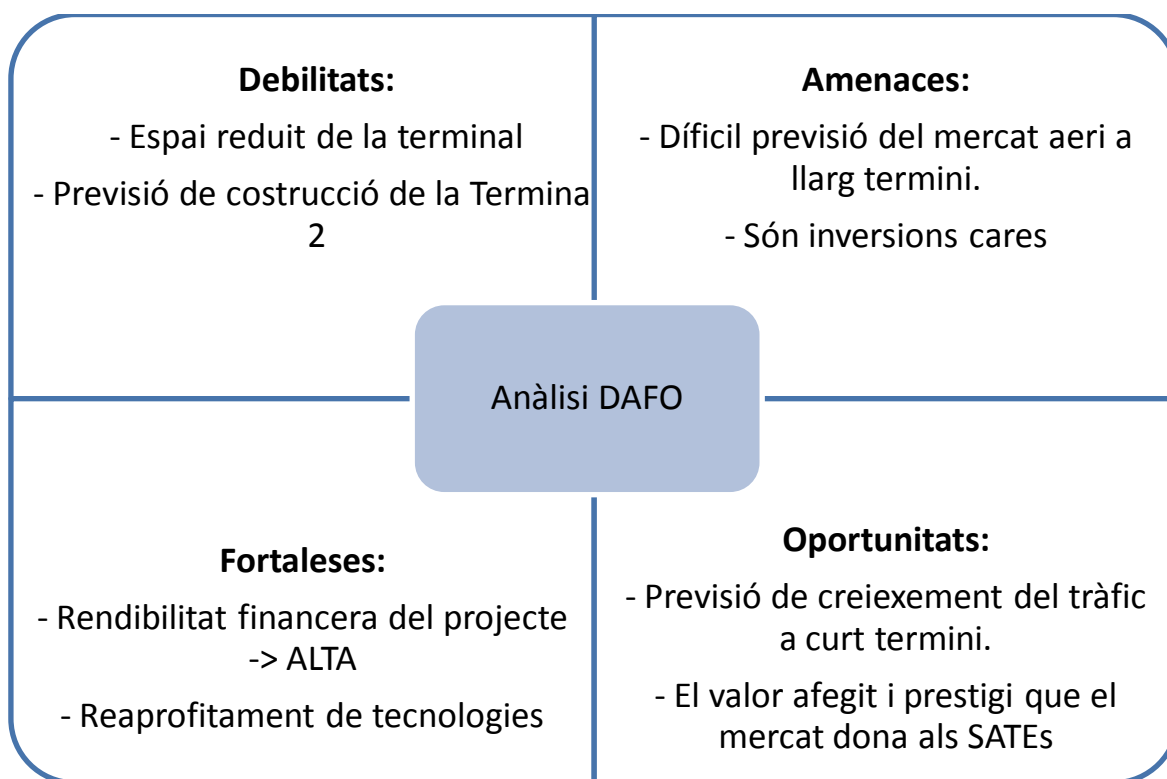


Figura 6.1: Anàlisi DAFO del projecte

Entenem per **debilitats** aquelles mancances o problemes que té la companyia i les seves instal·lacions per afrontar aquests projecte. En aquest apartat s'inclouen, com ja hem comentat abans, les dimensions reduïdes de la terminal que farien que es pogués afrontar un creixement a curt termini, però que podrien arribar a estancar aquest creixement si seguís a l'alça. En segon lloc, el fet de poder invertir en una nova terminal fa que aquest projecte quedi petit per a les intencions de l'empresa i, en conseqüència, perdi importància i quedi en un segon pla.

L'apartat d'**amenaces** recull aquells punts negatius que no depenen de l'empresa, sinó del tipus de mercat amb el que estem tractant. El mercat del transport aeri en general, i especialment L'Eslovè, és un mercat en el qual només aeroports importants poden assegurar un volum de passatgers suficientment elevat per aprofitar tots els avantatges que suposa tenir un SATE. Com que al de Ljubljana li manca aquesta importància i renom encara, no pot fer estimacions tan fiables de com evolucionarà el trànsit aeri al país. També volem afegir en aquest punt, que per molt que l'aeroport pugui fer front a la inversió que suposa un SATE, aquests sistemes segueixen sent una tecnologia cara d'implementar.

Els punts positius amb els que compta la companyia per tirar endavant aquest projecte són les **fortaleses**: aquí s'hi ha inclòs la capacitat per amortitzar la inversió que suposaria remodelar el sistema de tractament de maletes existent (que és força alta). Una altra fortalesa que no depèn tant d'*Aerodrom Ljubljana*, sinó més de les característiques del projecte en sí, és l'aprofitament que es podria fer d'algunes de les màquines i elements del sistema ja implementats a la terminal.

Per últim, com a **oportunitats** i punts positius del projecte que no depenen de l'empresa que gestiona l'aeroport, direm que és important remarcar que el prestigi i el valor afegit que comporta tenir un sistema de tractament de maletes ràpid i eficaç a l'aeroport és molt elevat. De manera que és una bona manera de començar un camí cap a aconseguir ser un aeroport *hub* o amb renom internacional.

6.2 Conclusions generals

Els Sistemes Automatitzats de Transport d'Equipatges en el seu grau màxim d'automatització, són sistemes preparats per a absorbir grans volums de maletes i són sistemes que, si bé optimitzen l'espai on es construeixen, encara requereixen d'unes dimensions força considerables per ser instal·lats. És a dir, ja no és els diners que suposa automatitzar totalment un SATE, ni la dificultat per anticipar-se a un futur no tant pròxim, sinó les dimensions de l'emplaçament on vulguin ser instal·lats. Aquest és el handicap de molts aeroports petits que quan van ser construïts no van preveure que algun dia els podria anar bé comptar amb un sistema d'aquestes característiques, de manera que si s'aconsegueix preveure un trànsit aeri en creixement, tant a curt com a llarg termini, la millor opció és construir una nova terminal.

També aeroports grans i de primer nivell internacional opten moltes vegades per incloure un sistema d'aquest tipus en el moment que construeixen una nova terminal, com és el cas de Barcelona amb el SATE de la T1. És molt més factible que ho facin els aeroports grans perquè treballen amb dades més fiables. Els aeroports grans no patiran davallades i canvis tan bruscos en la facturació. Per tant, les dades que puguin predir respecte al futur seran més fiables que les d'un aeroport petit, ja que aquest segon no està subjecte a cap estadística suficientment constant com

per predir dades amb fiabilitat molt alta. Per fer una comparació amb un aeroport *hub* que compta amb un SATE de grans dimensions i amb grau superior d'automatització, direm que més de 35 milions de passatgers passen per l'aeroport de BCN – El Prat, i més de 100.000 en passen diàriament per la Terminal 1. Per fer-nos una idea comparativa d'aquesta terminal catalana i la que acull el nostre projecte, voldria remarcar que en la construcció de la de Barcelona ja es van proveir i reservar les dimensions necessàries per fer-hi encabir un sistema d'aquestes dimensions. La Terminal 1 d'El Prat té 545.000 m², i pels gairebé 25 kilòmetres que formen el seu circuit de tractament de maletes, i circulen unes 8.000 maletes/hora. (El problema que suposa tractar tantes maletes queda ràpidament solventat amb la instal·lació d'un SATE per molt que costi més d'un centenar de milions d'euros, com passava en aquest cas).

En canvi, trobem una situació totalment contraposada a la del de Barcelona, en els casos esmentats abans d'aeroports com el de Londres – Heathrow, que no pot construir una nova terminal i es troben en un creixement estancat tot i ser aeroports *hub*.

Un altre punt a tenir en compte és que, tot i demostrant que automatitzar 100% un SATE seria una inversió rentable i molt útil pel futur d'un aeroport (predient sempre un percentatge de creixement anual positiu), el risc de no poder predir les dades futures amb exactitud pot fer replantejar la idea d'implementar sistemes amb aquestes característiques, perquè les dades de predicció no tenen la fiabilitat que cal per invertir-hi.

És gràcies a aquesta fiabilitat de les dades que aeroports petits, i en cap cas *hub*, com el d'Alacant o el de Palma de Mallorca, van decidir invertir en alts graus d'automatització en els seus sistemes de tractament d'equipatges. L'Aeroport de Palma de Mallorca, per exemple, per molt que l'estiguem tractant com un aeroport petit, segueix tenint molt més renom i importància a nivell internacional que el de Ljubljana, i això es veu reflectit en els més de 20 milions de passatgers que passen per aquest aeroport, en comparació amb els 2 milions anuals que preveu el de Ljubljana pels propers anys.

RESUM CONCLUSIONS

- Els SATEs són sistemes molt especialitzats i adaptats a unes característiques de l'aeroport i a una demanda concreta.

- No és una tecnologia tan cara com perquè no se la pugui permetre un aeroport internacional.
- En definitiva podem afirmar que hi ha dos grans aspectes a tenir en compte per un aeroport petit si vol automatitzar el seu *BHS* :
 - Dimensions de la terminal
 - Previsió de creixement del trànsit
- Amb la combinació d'aquestes dues variables, les companyies optimitzen l'espai en el qual la companyia vol situar el SATE, de manera que el resultat és un sistema molt adaptat a unes característiques concretes (com hem comentat en el primer punt).

6.3 Conclusions pròpies

Durant la meua estada d'ERASMUS he pogut comprovar de primera mà com a usuari dels transports de la ciutat de Ljubljana en primer lloc, del transport nacional d'Eslovènia, i del transport internacional entre els països fronterers d'aquest país i, en especial, els països balcànics, que el transport aeri no és el que més èxit ni prestigi té entre la població jove. Altres mitjans de transport com el tren i l'autobús segueixen sent la preferència per molta gent que no es pot permetre els preus dels bitllets als aeroports d'aquesta zona. Aquest fet requereix que, si l'aeroport "Jože Pučnik" vol aconseguir més prestigi internacional, es proveeixi d'una bona infraestructura i unes tecnologies avançades que li puguin donar aquest prestigi.

BIBLIOGRAFIA

Tot i que gran part de la informació continguda en el present TFG ha estat extreta dels e-mails i conversacions telefòniques en un primer instant, i via reunions durant el meu viatge a Ljubljana, és cert i lògic (ja que es manca de coneixements específics en el desenvolupament d'aquest tipus de sistemes) que aquesta informació estigui basada en una sèrie de fonts especialitzades en aquesta matèria. Les principals fonts bibliogràfiques que han donat suport a la elaboració d'aquest estudi i l'han dotat dels tecnicismes que ens faltaven per poder expressar amb claredat el projecte. Aquestes fonts es puntualitzen a continuació:

BIBLIOGRAFIA REFERENT ALS SATES EN GENERAL:

<http://science.howstuffworks.com/transport/flight/modern/baggage-handling.html>

Funcionament d'un Baggage Handling Works o SATE.

<http://www.airport-suppliers.com/supplier/Crisplant>

Classificació i integració dels sistemes d'etiquetatge i codi de barres RFID.

<http://www.crisplant.com/en/Airport-baggage-handling/Project-management.aspx>

Model i cicle d'implementació d'un sistema SATE.

<http://www.airport-int.com/suppliers/check-in-equipment-baggage-handling-systems.html>

Punts de la infraestructura d'un sistema de gestió d'equipatges, per on passen les maletes des que són facturades fins a l'aeronau pertany, o viceversa.

<http://www.hostnews.com.ar/despachos1/a1801042011.html>

(SITA: Informe anual sobre gestió d'equipatges). Informe amb informació estadística referent a pèrdues d'equipatges o retard en la gestió del mateix dels últims anys.

[Automated Baggage Handling.pdf](#)

Arxiu pdf promocional de l'empresa Grenzebach extret de la seva pàgina web

<http://www.grenzebach.com> con informació referent als punts característics de la seva empresa, que és proveïdora de tecnologies per a la implementació de sistemes SATE.

http://www.alt-tek.com/abertis/publicaciones_pdf/3.pdf

Informe escrit pel catedràtic del transport Francesc Robusté sobre les cues i la congestió en els diferents punts bàsics de del sistema de gestió d'equipatges.

BIBLIOGRAFIA REFERENT A L'AEROPORT DE LJUBLJANA:

https://en.wikipedia.org/wiki/Ljubljana_Jo%C5%BEE_Pu%C4%8Dnik_Airport

Informació general de l'aeroport.

<http://www.ivao.si/docs/WT10.pdf>

Informació sobre l'espai aeri que circumda l'aeroport de Ljubljana.

<http://www.lju-airport.si/>

Gairebé tota la informació sobre l'organització de l'empresa Aerodrom, les instal·lacions de l'aeroport i sobre la manera de gestionar-lo s'ha extret bàsicament de tots els apartats que conté aquesta pàgina web

http://en.wikipedia.org/wiki/Instrument_landing_system

<http://www.landingshort.com/2013/02/25/aterrizaje-con-aproximacion-ils-cat-iiib/>

definició Cat IIIB conditions

<http://en.wikipedia.org/wiki/Sorting>

Definició sorting

<http://www.smithsdetection.com/esp/464.php>

Definició raig X hi-scan

BIBLIOGRAFIA REFERENT A LA INFRAESTRUCTURA I TECNOLOGIES IMPLEMENTADES:

<http://www.srk-baggage-handling.de/>

Tecnologia per a SATEs de l'empresa que ha cooperat en el desenvolupament d'aquest treball *SRK BAGGAGE HANDLING SYSTEMS GMBH*. Catàleg de productes i informació sobre els seus projectes ja realitzats, entre ells el de Ljubljana.

http://www.ogs.state.ny.us/purchase/spg/pdfdocs/3823219745PL_Smiths.pdf

Catàleg de productes de l'empresa Smiths Heimann.

<https://mysick.com/saqqara/im0014990.pdf>

Informació sobre lectors de codis RFID

BIBLIOGRAFIA D'INFORMACIÓ D'ALTRES AEROPORTS:

<http://avion.microsiervos.com/aeropuertos/sate-t4-barajas.html>

Informació esquemàtica i bàsica en format pdf de la construcció del sistema automatitzat de tractament de maletes per l'aeroport de Barajas (Madrid)

http://www.heathrowairport.com/static/Heathrow_Airside_and_baggage/Downloads/PDF/Baggage_Handling_at_Heathrow.pdf

Informació esquemàtica i bàsica en format pdf de la construcció del sistema automatitzat de tractament de maletes per l'aeroport de Heathrow (Londres)

<http://www.noticias.terminalsur.com/tag/t1-terminal1-barcelona/>

[https://es.wikipedia.org/wiki/Aeropuerto_de_Barcelona-El Pratt](https://es.wikipedia.org/wiki/Aeropuerto_de_Barcelona-El_Pratt)

www.promateriales.com/pdf/pm2802.pdf

Informació sobre les xifres anuals de l'aeroport de Barcelona i en concret de la Terminal 1 (Terminal que disposa del SATE)

<http://movimientoindignadosspanishrevolution.wordpress.com/aeropuertos-inutiles-espanistan/>

Aeroports en desús.

ALTRES FONTS BIBLIOGRÀFIQUES:

"Airport Planning & Management"- Alexander T.Wells, 2004

"The Airline Business"- Rigas Doganis, 2005

<http://science.howstuffworks.com/transport/flight/modern/baggage-handling.htm>

<http://www5.in.tum.de/~huckle/DIABaggage.pdf>

<http://www.rdu.com/terminal2/support/history.pdf>

<https://personal.cis.strath.ac.uk/~mdd/teaching/pm/Denver%20Airport%20PM%20Presentation.pdf>

<http://www.airport-suppliers.com/supplier/Crisplant>

<http://www.crisplant.com/en/Airport-baggage-handling/Project-management.aspx>

<http://www.airport-int.com/suppliers/check-in-equipment-baggage-handling-systems.html>

<http://www.hostnews.com.ar/despachos1/a1801042011.htm>

http://www.alt-tek.com/abertis/publicaciones_pdf/3.pdf

<http://www5.in.tum.de/~huckle/DIABaggage.pdf>

<http://avion.microsiervos.com/aeropuertos/sate-t4-barajas.html>

<http://www.airport-technology.com/contractors/baggage/grenzebach1/>